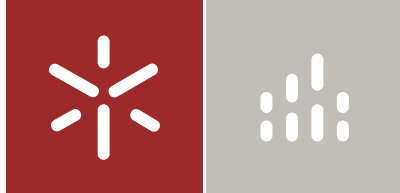




Universidade do Minho
Escola de Arquitectura

Renato Caldas Simões

“CULTIVAR NO EDIFÍCIO”
Sustentabilidade das hortas urbanas
integradas nas coberturas e fachadas verdes.



Universidade do Minho
Escola de Arquitectura

Renato Caldas Simões

“CULTIVAR NO EDIFÍCIO”
Sustentabilidade das hortas urbanas
integradas nas coberturas e fachadas verdes.

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Arquitectura
Área científica EAUM
Construção / Tecnologia

Trabalho efetuado sob a orientação de
Prof. Dr. Paulo Jorge Figueira de Almeida Urbano Mendonça
Profa. Dra. Lúcia Maria Marques de Oliveira Torres Silva

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos. Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor através do RepositóriUM da Universidade do Minho. Licença concedida aos utilizadores deste trabalho Atribuição CC BY <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição
CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

“No final, o conhecimento que realmente importa é como purificar a água e o ar, como cultivar sua própria comida, como construir e como amar, e o mais engraçado nada disso nos ensinam nas escolas... É quase como quisessem que tivéssemos a cabeça cheia de lixo inútil que nada nos servirá na vida, para que assim sejamos sempre dependentes dos governos e corporações”.

Autor desconhecido.

AGRADECIMENTOS

A dificuldade do recomeço em uma vida nunca é branda, o recomeço profissional é uma jornada ardua e desafiadora, onde poucos conseguem ver o esforço e a estes segue meu agradecimento.

Primeiramente aos meus Orientadores: Prof.Dr. Paulo Jorge Mendonça e Prof.Dra. Ligia Torres Silva, que se apresentaram como sólidas figuras de orientação, disseminação de conhecimento e de amplo auxílio neste processo.

Ao Diretor do MIARQ/UM Ivo Oliveira, à Exma. Lucinda Oliveira e ao Prof. Dr. João Rosmaninho pela atenção e cordialidade que me auxiliaram no adotar da Escola de Arquitectura da Universidade do Minho.

Aos incontáveis amigos que me auxiliaram no processo, não podendo deixar de citar: Diogo Lima e Andressa Avila, Felipe Ferreira, Ulisses Gagliano, Jorge Pessoa e Marcia Buentes, Lucas Cerqueira, Miguel Martins, Lujain Hadba e Fernando Dimas.

Aos meus finados avós por tudo que vivemos juntos e pela certeza que olham por mim.

À Rogério Caldas, sem o qual não teria aprendido a amar e conhecer tanto a natureza.

Ao meu irmão Felipe Caldas Simões pelas palavras de apoio e amizade.

À minha mãe Cristina Maria Caldas Simões e pai Alberto Ricardo Tavares Simões por estarem sempre presentes, me fazerem uma pessoa mais forte e me ensinarem a não desistir de um sonho por um futuro melhor, dentre outras incalculáveis ajudas, impossíveis de expressar aqui.

À minha querida esposa Claudia Landeira Ferreiro por ter me incentivado e ajudado em tudo o que fosse necessário, com companheirismo, paixão, amor e união, bem como ter me dado o melhor presente da vida.

À minha amada filha Alicia, razão da minha vida, que tornou meus dias maravilhosos, cheios de alegria e multiplicou o meu entender sobre o significado do amor.

A todos e aqueles porventura possam ter sido esquecidos aqui, um sincero obrigado e que DEUS e tudo abençoem suas existências.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

ALUNO



Renato Caldas Simões. -----.

A-90733

Endereço eletrónico: renx3020@gmail.com

Telemóvel: +5521971653232

Passaporte: FO-519897

ORIENTADORES

Prof. Dr. Paulo J. Mendonça -----.

Prof. Dr. Ligia T. Silva -----.

ÍNDICE

• <i>Direitos de autor</i>	<i>pág.II</i>
• <i>Agradecimentos</i>	<i>pág.III</i>
• <i>Declaração de integridade</i>	<i>pág.IV</i>
• <i>Resumo</i>	<i>pág.01</i>
• <i>Abstract</i>	<i>pág.02</i>
• <i>Palavras-chave</i>	<i>pág.03</i>
• <i>Objetivos</i>	<i>pág.03</i>
• <i>Lista de figuras e imagens</i>	<i>pág.04</i>
• <i>Lista de Gráficos</i>	<i>pág.08</i>
• <i>Lista de Abreviaturas</i>	<i>pág.09</i>
• <i>Prefácio</i>	<i>pág.11</i>
• <i>Descrição dos capítulos</i>	<i>pág.25</i>
• Capítulo I <i>I.INTRODUÇÃO</i>	<i>pág.26</i>
• Capítulo II <i>II.I. O EDIFICADO E A CIDADE:</i> <i>II.II. EFEITO SOLAR PASSIVO:</i> <i>II.III ACÚSTICA:</i> <i>II.IV CAPTAÇÃO DE ÁGUA NAS COBERTURAS E SEU REÚSO:</i> <i>II.IV ENERGIA SOLAR:</i> <i>II.VI. HORTAS URBANAS:</i>	<i>pág.37</i> <i>pág.37</i> <i>pág.43</i> <i>pág.47</i> <i>pág.51</i> <i>pág.52</i>
• Capítulo III <i>III.I. O USO DAS COBERTURAS E FACHADAS:</i> <i>III.II. COBERTURAS VERDES:</i> <i>III.III. TIPOS DE COBERTURAS VERDES:</i> <i>III.IV. FACHADAS E PAREDES VERDES:</i>	<i>pág.62</i> <i>pág.67</i> <i>pág.75</i> <i>pág.81</i>
• Capítulo IV – Estudos de caso: <i>IV.I. METODOLOGIA DE PESQUISA</i> <i>IV.II. JUSTIFICATIVA</i> <i>IV.III. ESTUDO DE CASO – GUIMARÃES (PT.)</i> <i>IV.IV. ESTUDO DE CASO – RIO DE JANEIRO (BR.)</i>	<i>pág.99</i> <i>pág.99</i> <i>pág.100</i> <i>pág.109</i>
• Capítulo V <i>CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS</i>	<i>pág.132</i>
• Referências	<i>pág.137</i>

RESUMO

A biosfera é um organismo vivo onde tudo está interligado. Cada ação tem seu efeito, a gerar um resultado que não tem como ser precisamente previsto. O atual sistema político-socio-econômico faz com que adotemos a idéia de que nossas vidas sejam análogas às máquinas, o que nos impede de ver a magia dos ecossistemas, a magnitude das nossas vidas e a harmonia necessária no todo.

Diante de um cenário urbano mundial altamente industrializado e sobrecarregado, em que a relação entre seres humanos e meio ambiente foi degradada pela mentalidade do lucro e pelos processos de produção extrativos contemporâneos, surgem algumas questões: Como resolver o dilema de sustentabilidade causado pela ganância que gera impactos ambientais sem consciência? O que a arquitetura pode fazer para reverter os processos de degradação ambiental? Como superar os prováveis problemas futuros, causados seja pela poluição, desmatamento, superpopulação, ocupação sem planejamento, pandemias, e outras dificuldades ainda irão surgir no caminho da nossa evolução?

Estimulados pela consciência ambiental, e evidências de que as emissões de carbono e a ocupação incessante do espaço aumentam a temperatura local e global, examinaremos neste estudo o aspecto arquitetônico de aproveitamento das coberturas e fachadas dos edifícios como um espaço mitigador à poluição, gerador de benefícios para a eficiência do edifício e cabível de produzir, não sendo apenas uma proteção contra intempéries.

Esta dissertação tem como objetivo reunir e questionar os modelos projetados e os sistemas construtivos atuais, bem como suas funções adicionais, como a capacidade produtiva das fazendas urbanas e seus benefícios para o meio ambiente e seus habitantes.

A agregar valor científico, foram analisados dois casos de estudo, sendo um deles na cidade portuguesa de Guimarães e outro na cidade brasileira do Rio de Janeiro, onde se apresenta a proposta de analisar os dados climáticos, conforto térmico e a produção de vegetação e alimentos sobre os protótipos criados para a pesquisa.

Certamente, a aplicação da consciëntização ambiental nas etapas de planejamento, na escolha dos materiais, na elaboração do projeto, construção, manutenção e uso sustentável, a obrigação dos arquitectos e engenheiros, a contribuir com a melhoria da qualidade de vida das pessoas na edificação, na cidade, no país e no mundo.

The biosphere is a living organism where everything is interconnected. Each action has its effect, generating a result that cannot be precisely predicted. The current political-socio-economic system makes us adopt the idea that our lives are analogous to machines, which prevents us from seeing the magic of ecosystems and the magnitude of our lives and the necessary harmony in the whole.

Faced with a highly industrialized and overburdened global urban scenario, in which the relationship between human beings and the environment has been degraded by the profit mentality and by contemporary production processes, some questions arise: How to solve the sustainability dilemma caused by greed that generates impacts environmental? What can architecture do to reverse the processes of environmental degradation? How to overcome the probable future problems, caused either by pollution, overpopulation, unplanned occupation, pandemics, and other difficulties will still arise in the path of our evolution?

Stimulated by environmental awareness, fostered by the Paris Agreement, as well as various laws, protocols, and evidence that carbon emissions and incessant occupation of space increase local and global temperature, in this study we will examine the architectural aspect of using roofs and building facades as a pollution-mitigating and productive space, not just a protection against bad weather.

This dissertation aims to gather and question the projected models and the current construction systems, as well as their additional functions, such as the productive capacity of urban farms and their benefits for the environment, cities and their inhabitants.

Adding scientific value, two studies of cases were analyzed, one in the Portuguese city of Guimarães and the other in the Brazilian city of Rio de Janeiro, where we propose to analyze the climatic data, thermal comfort and the production of food allowed on the prototypes.

Certainly, in the application of environmental awareness in the stages of planning, choice of materials, preparation of the project, construction, maintenance and sustainable use, we will be as architects and engineers, contributing to improving the quality of life of people in the building, in the city, in the country and into the world.

PALAVRAS-CHAVE

- Cobertura verde / Telhados verdes / Green roof;
- Horta urbana / Urban garden / Urban farm;
- Sustentabilidade / Sustainability;
- Ecoeficiência arquitetônica / Architectural eco-efficiency;
- Fachada verde / Green wall / Green Facade;

OBJETIVOS

O trabalho desenvolvido possui um carácter colaborativo e sustentável, onde foram investigadas e apresentadas as vantagens ecológicas na inclusão de coberturas e fachadas verdes com foco na capacidade produtiva e eco-amigável.

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- Demonstrar o histórico das coberturas e paredes verdes e a aplicabilidade das atuais tecnologias arquitetônicas sustentáveis, bem como suas contribuições para a autosuficiência na gestão ecológica de uma edificação moderna, favorecendo o entusiasmo na instalação de hortas urbanas, coberturas e fachadas verdes em projetos futuros, promovendo também esta conscientização ambiental.
- **Protótipo em Guimarães:** construção de um protótipo em formato de estufa para realizar medições com uma estação meteorológica, a obter resultados comparativos das variáveis no inverno e no verão e sua viabilidade construtiva, bem como suas vantagens e desvantagens para o cultivo de plantas. Cabe ressaltar que as pesquisas propostas para o verão foram prejudicadas pela COVID-19, tendo de ser reformuladas e remanejadas para a cidade do Rio de Janeiro como alternativa viável para sua continuação.
- **Protótipo no Rio de Janeiro:** Desenvolvimento de uma parede/fachada verde e uma horta urbana na cidade do Rio de Janeiro e realizar ensaios higrotérmicos e acústicos de maneira a verificar sua contribuição para o conforto térmico, isolamento acústico, umidade e outros fatores pertinentes ao protótipo.

LISTA DE FIGURAS E IMAGENS

- Imagem I – Exmplos das etapas existentes entre a produção até o consumidor (www.greenroofs.pt);
- Imagem II – Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem III– Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem IV – Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem V – Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem VI – Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem VII – Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem VIII – Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem IX – Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem X– Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens (www.gothamgreens.com/);
- Imagem XI— Fazendas urbanas da empresa Aerofarms (<https://aerofarms.com/>);
- Imagem XII – Fazendas urbanas da empresa Aerofarms (<https://aerofarms.com/>);
- Imagem XIII– Fazendas urbanas da empresa Aerofarms (<https://aerofarms.com/>);
- Imagem XIV – Fazendas urbanas da empresa Aerofarms (<https://aerofarms.com/>);
- Imagem XV – Fazendas urbanas da empresa Aerofarms (<https://aerofarms.com/>);
- Imagem XVI– Fazendas urbanas da empresa Aerofarms (<https://aerofarms.com/>);
- Imagem XVII – Fazendas urbanas (<https://www.brooklyngrangefarm.com/>);
- Imagem XVII – Fazendas urbanas (<https://www.brooklyngrangefarm.com/>);
- Imagem XIX – Fazendas urbanas (<https://www.brooklyngrangefarm.com/>);
- Imagem XX – Vantagens das fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXI – Vantagens das fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXII – Vantagens das fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXIII– Vantagens das fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXIV– Vantagens das fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXV – Possibilidades de fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXVI – Possibilidades de fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXVII– Possibilidades de fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXVIII – Possibilidades de fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXIX – Possibilidades de fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXX – Possibilidades de fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXXI – Possibilidades de fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXXII– Possibilidades de fazendas urbanas (<https://www.agritecture.com/>);
- Imagem XXXIII – Academia de Ciências da Califórnia (https://pt.wikipedia.org/Renzo_Piano);
- Imagem XXXIV– Academia de Ciências da Califórnia(https://pt.wikipedia.org/Renzo_Piano);
- Imagem XXXV– Academia de Ciências da Califórnia (https://pt.wikipedia.org/Renzo_Piano);
- Imagem XXXVI– Academia de Ciências da Califórnia (https://pt.wikipedia.org/Renzo_Piano);
- Imagem XXXVII – Academia de Ciências da Califórnia (https://pt.wikipedia.org/Renzo_Piano);
- Imagem XXXVIII – projeto “SOLAR DROP” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem IXL – projeto “SOLAR DROP” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XL – projeto “SOLAR DROP” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XLI – projeto “SOLAR DROP” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XLII– projeto “SOLAR DROP” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XLVIII– projeto “PARIS SMART CITY 2050” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XLIV– projeto “PARIS SMART CITY 2050” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XLV– projeto “PARIS SMART CITY 2050” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XLVI– projeto “PARIS SMART CITY 2050” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XLVII– projeto “PARIS SMART CITY 2050” (www.vincent.callebaut.org);

- Imagem XLVIII – projeto “PARIS SMART CITY 2050” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem XLIX – projeto “PARIS SMART CITY 2050” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem L – projeto “AEQUOREA” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem LI – projeto “AEQUOREA” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem LII – projeto “AEQUOREA” (www.vincent.callebaut.org);
- Imagem LIII – BOSCO VERTICALE (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti);
- Imagem LIV – BOSCO VERTICALE (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti);
- Imagem LV – BOSCO VERTICALE (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti);
- Imagem LVI – CAIRO VERT FOREST (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti);
- Imagem LVII – CAIRO VERT FOREST (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti);
- Imagem LVIII – TIRANA RIVERSIDE (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti);
- Imagem I.I. – Cartaz escolha do tema na UC projeto de Investigação da EAUM - Fotos e edição própria;
- Imagem I.II – Ilustração Aquecimento Global (<https://br.freepik.com/>);
- Imagem I.III – Gráfico demonstrando o aumento nas emissões de CO2 (www.bbc.com);
- Imagem I.IV – Gráfico demonstrando as nações com maiores emissões de CO2 (www.bbc.com);
- Imagem I.V – Fotografia aérea de desmatamento (www.brasilecola.uol.com.br);
- Imagem I.VI – Imagem I.VI – Emissões de gases do efeito estufa por produção. (www.bbc.com);
- Imagem I.VII – Gráfico demonstrando o aumento das temperaturas no mundo (www.bbc.com);
- Imagem I.VIII – Fotografia de horta urbana em cobertura (www.autossustentavel.com);
- Imagem I.IX – Tecnologias modulares de cultivo “indoor” (<http://urbangreenfarms.com>);
- Imagem I.X – Tecnologias modulares de cultivo “indoor” (<http://urbangreenfarms.com>);
- Imagem I.XI – Tecnologias modulares de cultivo “indoor” (<http://urbangreenfarms.com>);
- Imagem I.XII – Tecnologias modulares de cultivo “indoor” (<http://urbangreenfarms.com>);
- Imagem I.XIII – Tecnologias modulares de cultivo “indoor” (<http://urbangreenfarms.com>);
- Imagem I.XIV – Tecnologias modulares de cultivo “indoor” (<http://urbangreenfarms.com>);
- Imagem I. XV – Cartaz sobre o tema - Foto e edição de própria autoria;
- Imagem I.XVI – Esquemático de uma edificação sustentável (www.brasilecola.com.br);
- Imagem I.XVII – Desenho dos quatro “Rs” sobre como reduzir os resíduos sólidos (www.greenpeace.org);
- Imagem II.II.I – Desempenho térmico (PINTO & DIAS - 2017);
- Imagem II.II.II – Avaliação em relação a orientação solar no hemisfério norte (PINTO & DIAS - 2017);
- Imagem II.II.III – Exemplo de ganhos directo com sistema passivo solar. (MENDONÇA, 2005);
- Imagem II.II.IV – Estratégias para ganho solar passivo directo (PINTO & DIAS 2017);
- Imagem II.II.V – Exemplo de ganhos indirecto com sistema passivo solar. (MENDONÇA, 2005);
- Imagem II.II.VI – Exemplo de ganhos indirecto com sistema passivo solar. (MENDONÇA, 2005);
- Imagem II.II.VII – Exemplo de ganhos indirecto com sistema passivo solar. (MENDONÇA, 2005);
- Imagem II.II.VIII – Estratégias para ganho solar passivo indirecto (PINTO & DIAS 2017);
- Imagem II.II.IX – Exemplo de ganho isolado (www.planetacad.com);
- Imagem II.II.X – Valores recomendados em lux para ambientes (MENDONÇA, 2005);
- Imagem II.II.XI – Classificação dos sistemas energéticos bioclimáticos. (MENDONÇA, 2005);
- Imagem II.III.I – Síntese das análises do coeficiente de absorção sonora (RUOCCO, 2017);
- Imagem II.III.II – Principais mecanismos de atenuação sonora ao ar livre (www.edisciplinas.usp.br);
- Imagem II.III.III – Principais mecanismos de atenuação sonora ao ar livre (www.edisciplinas.usp.br);
- Imagem II.IV.I – Esquemático captação água da chuva (www.ecoeficientes.com.br);
- Imagem II.IV.II – Esquemático captação água da chuva (www.ecoeficientes.com.br);
- Imagem II.V.I – Sistema fotovoltaico em cobertura verde. (www.institutocidadejardim.wordpress.com);
- Imagem II.V.II – Sistema fotovoltaico instalado em cobertura verde. (www.solarenergy.com.br);
- Imagem II.VI.I – Cartaz alusivo à campanha “Cultivo para o Vitória” (www.carrotmuseum.co.uk);
- Imagem II.VI.II – Cartaz alusivo à campanha “Cultivo para o Vitória” (www.carrotmuseum.co.uk);
- Imagem II.VI.III – Desenho da Horta Pedagógica de Guimarães (www.cm-guimaraes.pt/);
- Imagem II.VI.IV – Fotografia da Horta Pedagógica (www.labpaisagem.pt/ambiente-urbano/);
- Imagem II.VI.V – Fotografia de modelos de “homegrows” (www.urbangreenfarms.com.au/);
- Imagem II.VI.VI – Fotografia de horta urbana indoor (www.urbangreenfarms.com.au/);

- Imagem II.VI.VII – Fotografia de horta urbana indoor (www.vfarmhg.com);
- Imagem II.VI.VIII – Fotografia de fazenda urbana indoor (www.aerofarms.com);
- Imagem II.VI.IX - Construção e cultivo em sistema hidropônico horizontal (www.tedswood.com);
- Imagem, II.VI.X- Construção e cultivo em sistema hidropônico horizontal (www.tedswood.com);
- Imagem II.VI.XI- Construção e cultivo em sistema hidropônico horizontal (www.tedswood.com);
- Imagem II.VI.XII- Construção e cultivo em sistema hidropônico horizontal (www.tedswood.com);
- Imagem II.VI.XIII – Criação de alfaces em hidroponia vertical (www.therealfarmer.com);
- Imagem II.VI.XIV – Criação de alfaces em hidroponia vertical (www.therealfarmer.com);
- Imagem II.VI.XV – Criação de alfaces em hidroponia (www.therealfarmer.com);
- Imagem II.VI.XVI – Desenho esquemático do funcionamento da hidroponia (www.ecoeficientes.com.br);
- Imagem II.VI.XVII– Desenho esquemático de aquaponia indoor (www.tedswood.com);
- Imagem II.VI.XVIII – Conceito de horta urbana indoor (www.startagro.agr.br);
- Imagem II.VI.XIX – Espécies de plantas que filtram o ar (www.startagro.agr.br);
- Imagem III.I.I – Representação do “TEMPLO DE APOLO” (<http://2.bp.blogspot.com>);
- Imagem III.I.II – “JARDINS SUSPENSOS DA BABILÔNIA” (<http://2.bp.blogspot.com>);
- Imagem III.I.III – Coberturas verdes em vilarejo nas Ilhas Faroés (Fonte: Instagram/Illhan1077);
- Imagem III.I.IV – Coberturas verdes em vilarejo nas Ilhas Faroés (Fonte: Instagram/Illhan1077);
- Imagem III.I.V – Coberturas verdes em vilarejo nas Ilhas Faroés (Fonte: Instagram/Illhan1077);
- Imagem III.I.VI – Cobertura verde na Igreja na Islândia (www.ecotelhado.com);
- Imagem II.I.VII – “Millennium Park” - Chicago (www.ugreen.com.br);
- Imagem III.II.I – Pajarito La Aurora (www.planbarq.com);
- Imagem III.II.II – Pajarito La Aurora (www.planbarq.com);
- Imagem III.II.III – Pajarito La Aurora (www.planbarq.com);
- Imagem III.II.IV - solares combinadas a cobertura verde (www.solarenergy.com.br);
- Imagem III.II.V – Espécies animais em coberturas verdes (www.aquaponicsdesigncouse.org);
- Imagem III.II.VI – Espécies animais em coberturas verdes (www.brooklyngrange.com);
- Imagem III.II.VII – Espécies animais em coberturas verdes (Instagram/Formulaabelhas);
- Imagem III.II.VIII – Diferenças de temperaturas devido a ocupação e uso (MORELLI, 2009);
- Imagem III.II.IX – Temperaturas em coberturas MINKE, 2005 (www.academia.ed);
- Imagem III.II.X – Ficus (<https://br.newsner.com>);
- Imagem III.II. XI – Jibóia (<https://br.newsner.com>);
- Imagem III.I.XII. – Samambaia (<https://br.newsner.com>);
- Imagem III.II.XIII – Abelha a polinizar flor de maracujá;
- Imagem III.II.XIV – Tabela com comparativo de valor de uma cobertura verde por m² (LEAL, 2019);
- Imagem III.III.I – Camadas de composição das coberturas verdes (www.ugreen.com.br);
- Imagem III.III.II - Cobertura verde intensiva (Greenroofguide.uk);
- Imagem III.III.III - Cobertura verde extensiva (Greenroofguide.uk);
- Imagem III.III.IV – Tabela comparativa dos tipos de coberturas verdes. (<https://www.leca.pt/>);
- Imagem III.III.V – Cobertura verde invertidas. (TOLDERLUND, 2010, Apud, LEAL 2019);
- Imagem II.III.VI. – Esquemático do sistema Hidromodular (<https://ecotelhado.com/sistemas>);
- Imagem II.III.VII – Países e normas de apoio às coberturas verdes (LEAL, 2019);
- Imagem III.IV.I – Oasia Hotel Downtown – Singapore (<https://www.woha.net/>);
- Imagem III.IV.II – Oasia Hotel Downtown – Singapore (<https://www.woha.net/>);
- Imagem III.IV.III – Parkroyal Royal – Singapore (<https://www.woha.net/>);
- Imagem III.IV.IV – Parkroyal Royal – Singapore (<https://www.woha.net/>);
- Imagem III.IV.V – Classificação das fachadas verdes (MENDONÇA e AMORIM, 2017).
- Imagem III.IV.VI – Tipos de fachadas verdes em técnicas construtivas (BARBOSA e FONTES, 2016);
- Imagem III.IV. VII – Comparativo fachadas verdes em téc. construtivas (BARBOSA e FONTES, 2016);
- Imagem III.IV. VIII –Fachadas verdes baseado suas técnicas construtivas (BARBOSA e FONTES, 2016);
- Imagem III.IV.IX – projeto s de fachadas verdes. (Instagram/#jardinvertical);
- Imagem III.IV.X– projeto s de fachadas verdes. (Instagram/#jardinvertical);
- Imagem III.IV.XI – Prédio da Caixa Forum em Madrid (Instagram/green_architecturever);

- Imagem III.IV.XII – Detalhe do edificio Consórcio, Las Condes, Chile. (<https://br.pinterest.com>);
- Imagem II.IV.XIII – projeto de Sonny Sutando. (www.sonnysutantoarchitects.com);
- Imagem II.IV.XIV – projeto de Sonny Sutando. (www.sonnysutantoarchitects.com);
- Imagem II.IV.XV – Conceitos de cobertura e fachada verde (www.precht.at);
- Imagem II.IV.XVI – Conceitos de cobertura e fachada verde (www.precht.at);
- Imagem II.IV. XVII – Conceitos de cobertura e fachada verde (www.precht.at);
- Imagem II.IV.XVIII – Conceitos de cobertura e fachada verde (www.precht.at);
- Imagem II.IV.XIX – Conceitos de cobertura e fachada verde (www.precht.at);
- Imagem II.IV.XX. – Conceitos de cobertura e fachada verde (www.precht.at);
- Imagem II.IV.XXI – projeto "1000 Trees" - Xangai (www.archdaily.com);
- Imagem II.IV.XXII – projeto "1000 Trees" - Xangai (www.archdaily.com);
- Imagem III.IV.XXIII – Classificação dos sistemas de jardins verticais (Manso e Castro-Gomes, 2015);
- Imagem III.IV.XXIV – Sistema de irrigação de hortas e jardins (www.researchgate.net/);
- Imagem III.IV.XXIV– Automação no cultivo (www.irrigacao.blogspot.com);
- Imagem III.IV.XXV – Exemplos de fachadas verdes (www.eurobusiness.eco.br);
- Imagem III.IV.XXVI – Exemplos de fachadas verdes (www.eurobusiness.eco.br);
- Imagem III.IV.XXVII – Exemplos de fachadas verdes (www.eurobusiness.eco.br);
- Imagem III.IV.XXVIII – Cartilha hortas urbanas (www.procomum.org/);
- Imagem III.IV.XXIX - Fotografia de aves e ovos - fazenda urbana nos EUA (www.theredbarnfarmva.com);
- Imagem III.IV.XXX - Fotografia de aves e ovos - fazenda urbana nos EUA (www.theredbarnfarmva.com);
- Imagem III.IV.XXXI – Render do projeto da fazenda urbana em Paris (www.ciclovivo.com.br);
- Imagem III.IV.XXXII – Tabela com amostras de alimentos com resíduos de agrotóxicos (www.anvisa.br);
- Imagem III.IV.XXXIII – Cartaz agricultura x permacultura (www.permacultura.org.br);
- Imagem III.IV.XXXIV – Diagrama com os preceitos da Permacultura (www.permacultura.org.br);
- Imagem III.IV.XXXV – Fotografia de crianças desnutridas na Africa (www.nacoesunidas.org);
- Imagem IV.III.I – Fotografia de própria autoria demonstrando Guimarães (janeiro de 2020);
- Imagem IV.III.II – Fotografia de própria autoria demonstrando Guimarães (fev. de 2020);
- Imagem III.II.III – Fotografias de própria autoria dos tanques e o Rio de Couros - Guimarães (2020);
- Imagem III.II.IV – Fotografias de própria autoria dos tanques e o Rio de Couros - Guimarães (2020);
- Imagem IV.III.VI. – Fotografias de uma Perdiz-vermelha (www.pt.wikipedia.org/wiki/Guimar%C3%A7es);
- Imagem IV.III.VII. – Esquemático das espécies (www.histgeo6.blogspot.com);
- Imagem IV.III.VIII. – Esquemático de distribuição das espécies (www.histgeo6.blogspot.com);
- Imagem IV.III.IX– Ficha climatológica 1971-200 – Braga (www.ipma.pt/);
- Imagem IV.III. X. – Fotografias by Lujain demonstrando o protótipo 01 em desenvolvimento;
- Imagem IIV.III.XI. – Fotografias by Lujain demonstrando o protótipo 01 em desenvolvimento;
- Imagem IV.III.XII. – Fotografias demonstrando o protótipo 02 rev.b em desenvolvimento;
- Imagem IV.III.XIII. – Fotografias demonstrando o protótipo 02 rev.b em desenvolvimento;
- Imagem IV.III.XIV – Fotografia de própria autoria demonstrando o protótipo 03 em desenvolvimento;
- Imagem IV.III.XV – Fotografia de própria autoria demonstrando o protótipo 03.b em desenvolvimento;
- Imagem IV.III.XVI – Fotografia de própria autoria demonstrando o protótipo 03.b em desenvolvimento.;
- Imagem IV.III.XVII.– Desenho do Eco-Boulevard de Vallecas – Madrid (www.ecoeficientes.com.br/);
- Imagem IV.III.XVIII. – Desenvolvimento de croquis criados como concepção do protótipo 04;
- Imagem IV.III.XIX. – Desenvolvimento de croquis criados como concepção do protótipo 04;
- Imagem IV.III.XX – Comunicado fechamento de toda Universidade do Minho - COVID-19;
- Imagem IV.III.XXI – Fotografia de própria autoria do protótipo 04 em desenvolvimento na oficina;
- Imagem III.III.XXII – Fotografia de própria autoria demonstrando a busca por local;
- Imagem III.III.XXIII – Fotografia de própria autoria demonstrando o protótipo 04 em desenvolvimento;
- Imagem III.II.XXIV – Fotografias demonstrando o protótipo 4 concluído e realizando medição;
- Imagem III.II.XXV – Fotografias demonstrando o protótipo 4 concluído e realizando medição;
- Imagem III.II.XXVI – Fotografias demonstrando o protótipo 4 concluído e realizando medição;
- Imagem IV.III.XXVII – Fotografias demonstrando o protótipo 4 concluído e realizando medição;
- Imagem IV.III.XXVIII – Situação e vista com o posicionamento do protótipo e detalhe da locação dos sensores;

- Imagem IV.III.XXVIX – Planta de Situação e vista lateral demonstrando o posicionamento dos sensores;
- Imagem IV.IV.I – Paisagens do Estado do Rio de Janeiro – Fotografias de própria autoria;
- Imagem IV.IV.II – Paisagens do Estado do Rio de Janeiro – Fotografias de própria autoria;
- Imagem IV.IV.III – Paisagens do Estado do Rio de Janeiro – Fotografias de própria autoria;
- Imagem IV.IV.IV – Paisagens do Estado do Rio de Janeiro – Fotografias de própria autoria;
- Imagem IV.IV.V – Enchente no Rio no verão de 1966 (www.ebc.com.br/noticias);
- Imagem IV.IV.VI – Enchente no Rio no verão de 2011 (<http://www.recicloteca.org.br>);
- Imagem IV.IV.VII – INMET (normal climatológica de 1981-2010; recordes de temp:1966-presente);
- Imagem IV.IV.VIII –INMET (normal climatológica de 1981-2010; recordes de temp de 1961 a 2004);
- Imagem IV.IV.IX – IBGE Apud. Wikipédia - abril de 2020;
- Imagem IV.IV.X – Insolação média do Brasil em maio (<http://www.cresesb.cepel.br>);
- Imagem IV.IV.XI – Edifício Playa del Mago na Barra da Tijuca (www.googlemaps.com);
- Imagem IV.IV. XII – Edifício Playa del Mago na Barra da Tijuca (www.googlemaps.com);
- Imagem IV.IV.XIII – Edifício Playa del Mago na Barra da Tijuca (www.googlemaps.com);
- Imagem IV.IV.XIV – Edifício Playa del Mago – Locação do protótipo - fotografia de própria autoria;
- Imagem IV.IV.XV – Edifício Playa del Mago – Croqui do protótipo - Autoria própria;
- Imagem IV.IV.XVI, IV.IV.XVII & IV.IV.XVIII – Vistas internas da varanda do apartamento 1803.
- Imagem IV.IV.XIX– Anexo A - Edifício Playa del Mago – Colunas 02 & 03 e posicionamento solar;
- Imagem IV.IV.XX – Edifício Playa del Mago – Autoria de Nico Lopez Lan e edição própria;
- Imagem IV.IV.XXI – Edifício Playa del Mago – Apartamento 1803 e posicionamento dos sensores na v1;
- Imagem IV.IV.XXII – Anexo A - PB, Corte A-A´ e fachadas (apartamentos:1603, 1703, 1803 e 1903);
- Imagens IV.IV.XXIII & IV.IV.XXIV – Posicionamento das est. Met. BALDR e JIAXI na V 1803
- Imagens IV.IV.XXV & IV.IV.XXVI – Posicionamento das est. Met. BALDR e JIAXI na V 1703;
- Imagens IV.IV.XXVII & IV.IV.XXVIII – Comparativo das Estações meteorológicas BALDR e JIAXI;
- Imagem IV.IV.XXIX –Estações meteorológicas BALDR e JIAXI (1703) - Fotografias de própria autoria;
- Imagem IV.IV.XXX – Esquemático ensaio acústico;
- Imagem IV.IV.XXXI – Fotografia do aplicativo (<https://play.google.com/store>.)
- Imagem IV.IV.XXXII– Realização de ensaio acústico;
- Imagem IV.IV.XXXIII– Realização de ensaio acústico;
- Imagem IV.IV.XXXV – Gráficos de um dos ensaios para obter o T01.
- Imagem IV.IV.XXXIV– Vista do 18º andar – Fotografias de própria autoria;
- Imagem IV.IV.XXXV– Vista do 18º andar – Fotografias de própria autoria;
- Imagens IV.IV.XXXV, IV.IV.XXXVII & IV.IV.XXXVIII.– Vistas internas da varanda do apartamento 1803;
- Imagens IV.IV.XII, IV.IV.XL & IV.IV.XLI – Colheitas de pimentos e tomates do protótipo;
- Imagem IV.IV.XLII & IV.IV.XLIII– Fauna e Flora interagindo no 18º andar – Fotografias de própria autoria;
- Imagem V.I – Propostas 1, 2 e 3 – Fotografias e edição de própria autoria + Google Maps e Aerofarms.
- Imagem V.II – Propostas 4 e 5 – Fotografias Google Maps e Gothamgreens.com - edição de própria autoria.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico IV.I – Demonstrativo dos resultados das medições no protótipo 04.
- Gráfico IV.II – Medições apartamento 1803 – Própria autoria.
- Gráfico IV.III – Medições apartamento 1703 – Própria autoria.
- Gráfico IV.IV – Gráfico comparativo medições apartamento 1703 x 1803 – Própria autoria.
- Gráfico IV.V – Gráfico comparativo medições varandas 1703 x 1803 – Própria autoria

LISTA DE ABREVIATURAS

- a.C. ou A.C. = antes de Cristo;
- ACV = Análise do ciclo de vida ou do inglês LCA (Life Cycle Analysis);
- ANCV = Associação Nacional Portuguesa de Coberturas Verdes;
- APA = Agência Portuguesa do Ambiente;
- Apud = Conforme, segundo, citado por;
- BCSD Portugal = “Business Council for Sustainable Development in Portugal”;
- BM = Banco Mundial;
- bibl. = bibliografia, bibliográfico ou biblioteca;
- BR = Brasil;
- °C = Graus Celsius;
- Cap. = capítulo; caps. = capítulos;
- CDP = “Carbon Disclosure Program” ou Programa de Divulgação de Emissão de Carbono;
- COP21 = 21.ª sessão anual da Conferência das Partes / Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2015 realizada em Paris;
- CO₂ = dióxido de carbono;
- CO₂e = equivalência em dióxido de carbono;
- d.C. = depois de Cristo;
- ed. = edição;
- GEE = Gases de Efeito Estufa;
- GHG PROTOCOL = “Greenhouse Gas Protocol” ou Protocolo de Gases de Efeito Estufa;
- EUA = Estados Unidos da América;
- ex. = exemplo;
- EUR (ou €) = Euro;
- fev. = fevereiro;
- fl. = folha; fls. = folhas;
- GN: = Gás Natural;
- GNL = Gás Natural Liquefeito;
- GNV = Gás Natural Veicular;
- GPL = Gás de Petróleo Liquefeito;
- ha = hectare (s);
- hab. = habitante;
- HVO = Hydrotreated Vegetable Oil; ou seja, biodiesel;
- IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais;
- id. = idem (o mesmo);
- IEA = Agência Internacional de Energia;
- i.e. = isto é;
- IPCC = “Intergovernmental Panel On Climate Change” ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas;
- ISO = International Organization for Standardization; ou seja, Organização Internacional de Normalização;
- jan. = janeiro;
- jul. = julho;
- jun. = junho;
- Kg = quilograma (s);
- Km = quilômetro (s);
- Km² = quilômetro (s) quadrado (s);
- Kw = quilowatt;

- l = litro (s);
- L.= leste (ponto cardeal);
- lat. = latitude, latim;
- lb. = libra (s);
- long. = longitude;
- m = metro (s);
- m² = metro (s) quadrado (s);
- m³ = metro (s) cúbico (s);
- MDL = Mecanismo de Desenvolvimento Limpo;
- Min. = minuto (s);
- MW = megawatt (s);
- mg = miligrama;
- ml = mililitro (s);
- n^o. = número;
- N. = norte;
- nac. = nacional;
- N.E. = nordeste (ponto entre o norte e o Leste);
- N.O. = noroeste;
- nov. = novembro;
- O. = oeste;
- obs. = observação, observações;
- OEA = Organização dos Estados Americanos;
- O.K. = all correct (está tudo bem);
- ONU = Organização das nações Unidas;
- op. cit. = opus citatum (obra citada);
- pág. = página; págs. = páginas;
- pal. = palavra (s);
- P. S. = post scriptum (depois do escrito);
- Pt = Portugal;
- RCE – Redução Certificada de Emissões;
- RJ = Rio de Janeiro (Estado do Rio de Janeiro - Brasil);
- S. = Sul;
- S.O. = Sudoeste;
- S.O.S. = save our souls (salvai nossas almas: pedido de socorro enviado por navios e aviões);
- UNESCO = United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (Organização Educacional Científica e Cultural das Nações Unidas);
- UNFCCC = Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima;
- ULI = Urban Land Institute Award (<https://americas.uli.org>)
- v.g. = verbi gratia (por exemplo);
- W = watt (wote);
- W.C. = water-closet (banheiro, sanitário);
- % = Porcentagem / Porcento.

Para a realização desta pesquisa e um estado da arte foram pesquisados repositórios que se apresentaram com os estudos mais relevantes sobre o tema, além de pesquisa livre em sites de empresas especializadas, assim como em escritórios de arquitectura, buscas em redes sociais e artigos publicados.

No RepositoriUM, foram encontrados trabalhos relevantes a agregar valor sobre coberturas e fachadas verdes e alguns resultados tangendo o tema hortas urbanas. Dentre varios textos, artigos e teses lidos, cabem destacar:

- *“Viabilidade ambiental das hortas urbanas enquanto espaços para o desenvolvimento sustentável” artigo apresentado por PINTO, 2011;*
- *“Estratégias de intervenção para a regeneração urbana sustentável”, artigo desenvolvido por CASTANHEIRA, 2013;*
- *“Residências sustentáveis e sua contribuição ao meio ambiente” elaborado por GRAÇAS, 2010;*
- *“Estratégias para a melhoria da capacidade resiliente das cidades” apresentado por ALVES, Vítor Emanuel Pinto, 2013;*
- *“Análise e conforto térmico em praças” GOMES ,2013;*
- *“Fachadas verdes e comportamento térmico urbano” - JESUS, 2016;*
- *“Habitar sobre uma segunda PELE - Estratégias para a Redução do Impacto Ambiental de Construções Solares Passivas em Climas Temperados” por MENDONÇA, 2005;*
- *“A fachada como elemento mediador” – MENDONÇA, 2012;*
- *“A vegetação na envolvente exterior dos edifícios: impactos, condicionantes e estratégias de intervenção ecoeficientes” por AMORIM, 2015).*
- *“Rede de corredores verdes urbanos: Uma proposta para a cidade de Braga” ROCHA ,2011;*
- *“A influência da forma urbana na propagação do ruído urbano - SILVA, & OLIVEIRA, 2010.*

O estudo apresentado por ROCHA, 2011 permite concluir que a integração de corredores verdes é possível e melhora a cidade, onde a qualidade de vida em meio urbano é cada vez mais um factor competitivo. Além do acesso a bens e serviços, o acesso a espaços verdes e a existência de um ambiente urbano sustentável são factores determinantes para a qualidade de vida.

A presente dissertação foca o estudo dos espaços verdes como motor de sustentabilidade urbana, procurando identificar bases para a criação de corredores de conectividade entre os espaços verdes de uma cidade, permitindo assim a interação homem/natureza. Onde: “O estudo apresentado permite concluir que a integração de corredores verdes é possível e pode ser uma primeira etapa para melhorar a qualidade do ambiente urbano. Também, esses corredores podem permitir um incremento dos modos suaves de deslocação em meio urbano”.

Entende-se desta forma que, todo investimento em relação à recuperação de áreas verdes, sejam com cinturões verdes, parques e ciclovias, coberturas e fachadas verdes e reflorestamentos, são benéficos nas questões ambientais, confortos térmicos, acústicos e na saúde dos habitantes locais.

Segundo o trabalho de SILVA & OLIVEIRA, 2010: “A forma urbana afecta directamente os habitats naturais, os ecossistemas e as diferentes espécies. Indirectamente a forma urbana, influencia o comportamento do trajecto, que por sua vez, afecta a qualidade do ar, o clima global e naturalmente a propagação do ruído”.

O trabalho de JESUS, 2016 apresenta de trecho retirado “no estudo foram temperatura, umidade do ar, radiação solar e velocidade e direção dos ventos, coletadas em diferentes estações do ano e em diferentes horas do dia. Os resultados demonstram um impacto significativo no comportamento térmico em função da presença da fachada verde. Verificou-se no caso analisado, um potencial de redução térmica da fachada recoberta por vegetação, tendo sido os maiores valores de redução obtidos em um dia de verão quente e seco, com variações em torno de 2,5°C e 2,9°C, para medições feitas à uma distância de 0,5 m da fachada verde.” Sendo possível concluir que os resultados encontrados na presente investigação estão em consonância com estudos similares desenvolvidos em outros países, que atestam para o impacto positivo na redução térmica em função da aplicação de fachadas verdes nas áreas urbanas.

O trabalho realizado por SILVA, 2016 estuda e apresenta resultados onde: “A problemática da qualidade de vida em cidades assume relevância crescente, sobretudo no que se refere à sua dimensão ambiental. As fontes domésticas e industriais e, muito especialmente, o tráfego motorizado, são responsáveis por emissões de poluentes e ruído que comprometem decisivamente o quadro de vivência nas cidades de hoje. A qualidade de vida ou, na sua versão mais frequente, qualidade dos lugares urbanos envolve um conjunto mais ou menos alargado de dimensões e indicadores”.

O trabalho de AMORIM, 2015 traz de uma maneira didática e de fácil leitura as informações necessárias sobre o conceito das fachadas verdes e irrigação, criando um protótipo versátil e de fácil aplicação chamado pela própria de “A CAIXA” onde caixas de madeira preenchidas por um substrato permite o cultivo de manjerição. Práticas assim, além do benefício à sustentabilidade, permitiriam maior autosuficiência na alimentação local.

A Tese de MENDONÇA, 2005 destrincha todas as fontes de energia disponíveis e seu consumo nas edificações portuguesas e da UE, a economia e os impactos ambientais da construção, as características e comportamento das fachadas, bem como o uso dos materiais nelas empregados detalhando índices e valores, em uma vasta quantidade de tabelas, gráficos, ensaios e esquemas, focando também o conforto higrotérmico e sua função na eficiência energética do revestimento/parede da edificação, que acabou por me obrigar a rever grande parte do conteúdo e formato deste trabalho.

“A fachada como elemento mediador” de MENDONÇA, 2012 estuda a estrutura, comunicação e função energética das fachadas, o conforto térmico e os sistemas energéticos dos edifícios (passivos e ativos), a demonstrar exemplos que vão de Santiago de Compostela, Istambul, Zaragoza.

No Repositório da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP – SP. - Brasil) foi encontrado ótimo trabalho denominado:

- “Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática.” MORELLI, 2016.

Via Open Air, foram encontrados resultados significativos sobre: “coberturas verdes”, “Greenroof” e Hortas urbanas, tendo maior relevância para este trabalho a dissertação de mestrado:

- “Estimativa do potencial de sequestro de carbono das coberturas verdes.”, ANGÉLIQUE, 2016;
- “Desenvolvimento Urbano Sustentável: Importância das Coberturas Verdes.” SANTOS, 2010;
- “Conceção, Especificação e Pormenorização de Coberturas Verdes.” elaborado por LEAL, 2019;

Também foi encontrado um item relevante em Erasmus University Thesis Repository:

- “Vertical Farms, Urban Restructuring and The Rise of Capitalist Urban Agriculture” HALLOCK, 2013.

No Repositório do ISCTE/IUL foram encontrados cinco resultados para "coberturas verdes" e 53 citando hortas urbanas, os de maior valor agregado para o trabalho foram:

- “FRESCOSBIO – Agricultura Urbana” de DORES, 2012;
- “Hortas Urbanas em Lisboa: da Importância Histórica ao Processo de Formalização Actual” escrito por SILVA, 2018.

Os trabalhos estudados colaboraram para a idealização deste, pois foram encontrados dados relevantes, apesar de nos repositórios haver ainda pouco desenvolvimento sobre as técnicas construtivas das coberturas verdes ou das hortas urbanas, havia também informação em pequena quantidade sobre estética e sofisticação construtiva, quase nada de projeto e pouca tecnologia e automação aplicada.

Empresas do setor público como a EMBRAPA (Brasil - <https://www.embrapa.br/>) e a APA (Portugal - <https://apambiente.pt/>) possuem amplos programas de desenvolvimento de tecnologias e divulgação sobre sustentabilidade e a práticas que facilitam produção de alimentos e técnicas verdes, podendo acabar em muitos casos com a fome ou falta de nutrientes ingeridos pelos habitantes e incremento da qualidade de vida relativo à preservação e ao usufruir do espaço arborizado visando os progressos de desenvolvimento sustentável, através da redução dos impactos ambientais, do aumento da resiliência às consoantes ambientais na utilização mais eficiente e responsável dos recursos naturais.

Houve também a realização de pesquisas em “sites” de empresas de tecnologia para Coberturas verdes, tais como: Zinco Canada Inc. (Can), Highview Creations (EUA), Blooms Green Solution (EUA), We Garden (Pt.), Vibeiras (Pt.), Polen Land Design (Pt.), assim como tantas outras onde foi possível observar projetos, detalhes construtivos e emprego de materiais sustentáveis, bem como a instalações de coberturas e fachadas verdes em diversas construções espalhadas pelo mundo.

Relativo a hortas urbanas os textos em destaque foram:

- “Hortas urbanas – contributo para a sustentabilidade”. Caso de estudo: “Hortas comunitárias de Cascais.” ABREU, 2012;
- “O contributo do planeamento para a agricultura urbana. Estudos de caso no Porto e São Paulo.” SILVA, 2018.

Com relação aos efeitos solares passivos, foi realizada a leitura dos trabalhos abaixo:

- “Aquecimento solar passivo: ganhos diretos, indiretos e isolados.” PINTO & DIAS, 2017;

- “Habitar sobre uma segunda PELE - Estratégias para a Redução do Impacto Ambiental de Construções Solares Passivas em Climas Temperados.” MENDONÇA, 2005;
- “Conforto térmico e consumo de energia e de água em habitações - Aplicação a casos de habitação social - Projeto Habitação A+.” COSTA, 2017.

Quanto ao conforto acústico em edificações e relativo a influência da vegetação no isolamento sonoro, os trabalhos com maior contribuição na coleta de informações foram:

- “Estudo da atenuação sonora provocada por coberturas verdes.” SOUSA, 2017;
- “Isolamento acústico de fachadas pela NP EN ISO 16283-3:2017: Análise da influência de desvios à norma.” GOMES, 2018;
- “Isolamento a sons aéreos de acordo com a norma NP EN ISO 16283-1 2014: procedimento geral vs procedimento de baixa frequência.” SILVA, 2016.

Outra fonte de informação sobre o assunto foi o site da Associação Nacional Portuguesa de Coberturas Verdes (ANCV - www.greenroofs.pt/).

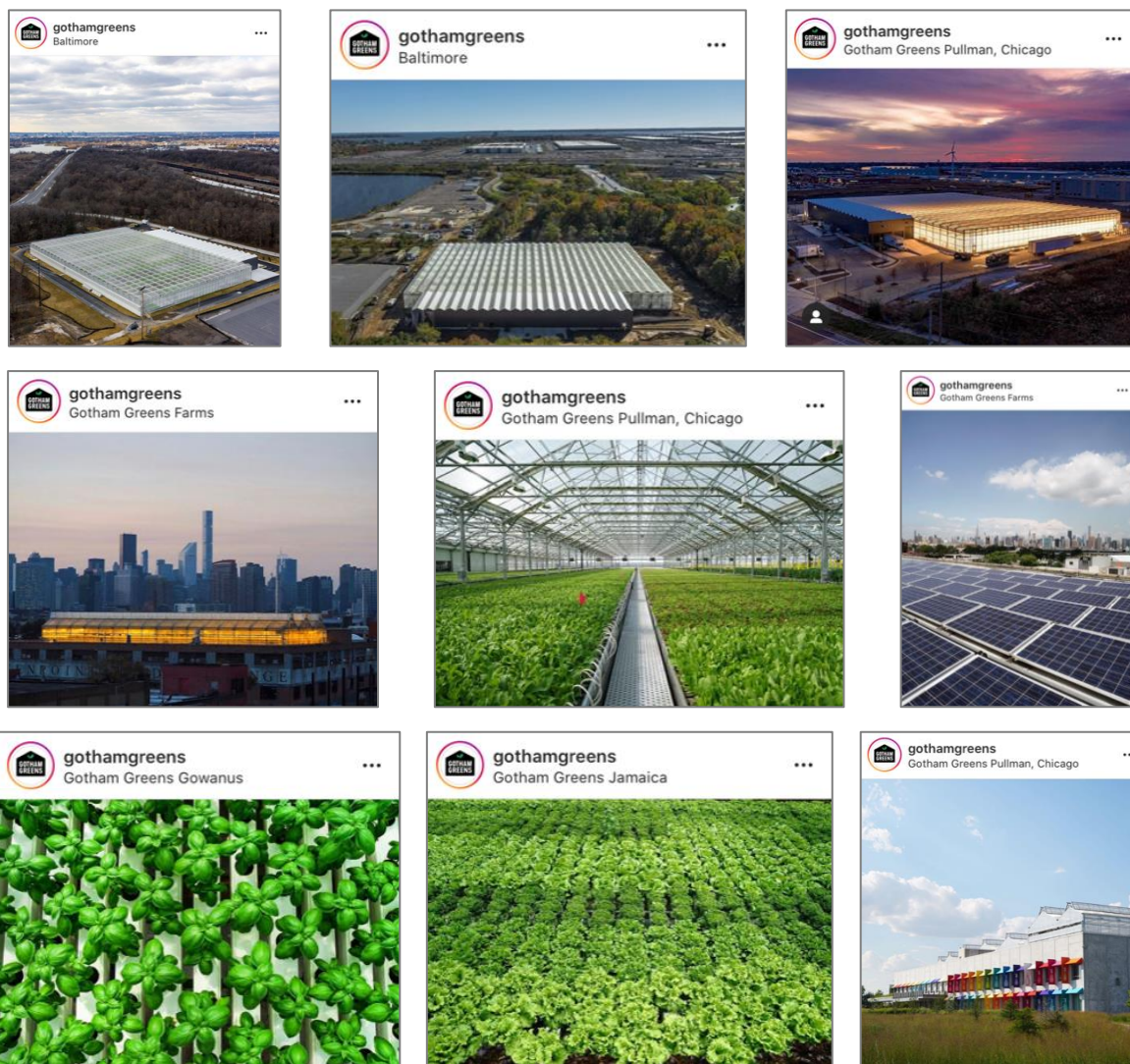


Imagens I – Exmplos das etapas entre a produção até o consumidor final de alimentos
 Fonte: @get.waste.ed Apud. ANCV - www.greenroofs.pt/

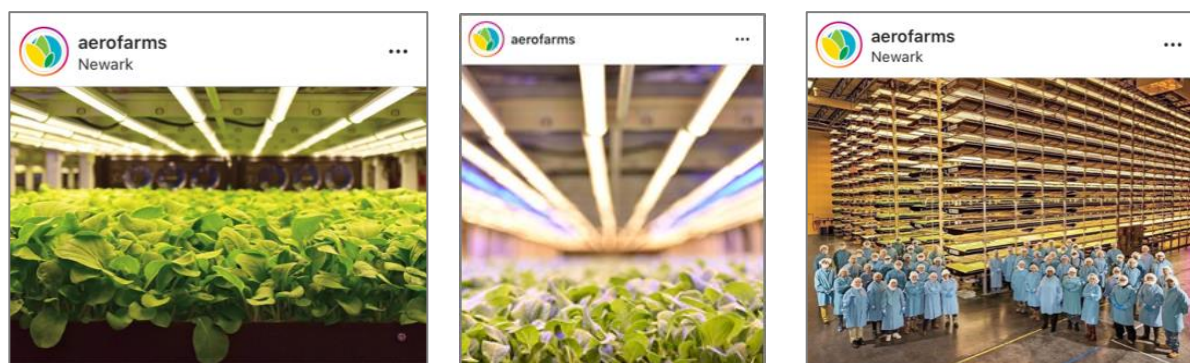
Além disto, empresas de iniciativa privada e especializadas no ramo de produção de alimentos dentro de cidades como “LUFA FARMS”, “AEROFARM”, “GOTHAMGREENS”, “HIDROPONIKUNTUKSEMUA”, “ECOARSINTROPIA”, “GROWUP.ORG” & “VPI.ORG”. e “BROOKLYN

GRANGE FARM”, assim como muitas outras, estão revolucionando a maneira de cultivar, a demonstrar boas técnicas e aplicabilidades das hortas urbanas “indoor” ou em coberturas, para os fins de produção de alimentos e criação de animais.

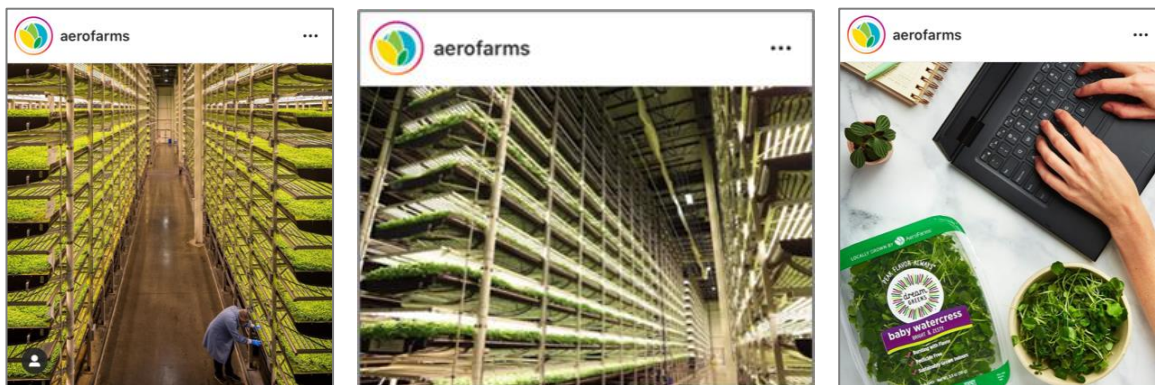
Neste setor, o lema é comer fresco, sustentável, saudável e localmente diminuindo as pegadas ecológicas, seja pelo transporte e redução de emissões, seja pela redução do desperdício.



Imagens II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X – Fazendas urbanas da empresa Gothamgreens em diversas localidades, com produção hidropônica de alimentos (www.gothamgreens.com)



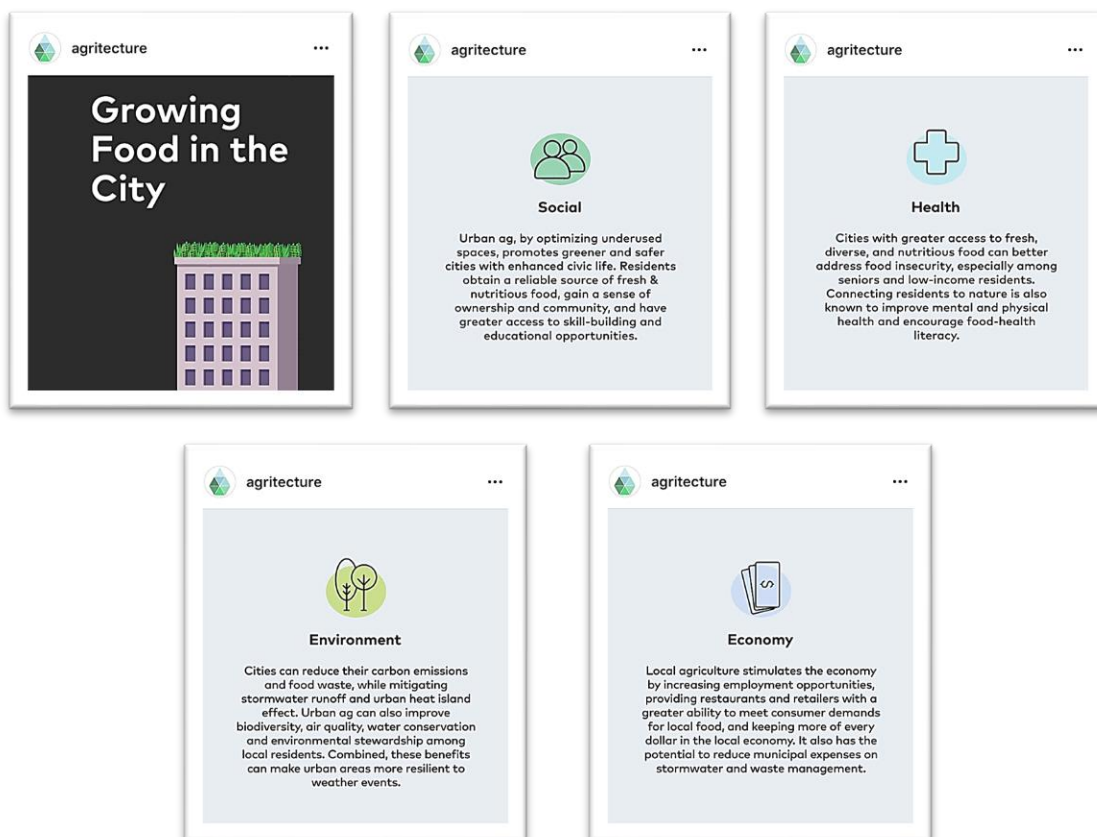
Imagens XI, XII e XIII – Fazendas urbanas da Aerofarms (www.aerofarms.com)



Imagens XIV, XV, XVI – Fazendas urbanas da Aerofarms (www.aerofarms.com)



Imagens XVII, XVIII, XIX – Fazendas urbanas (Nova York – EUA - www.brooklyngrangefarm.com)



Imagens XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV – Vantagens das fazendas urbanas, indicadas em quatro pilares: social, saúde, ambiente e econômico (www.agritecture.com)

Um sítio com muita informação útil foi o www.agritecture.com, empresa líder em serviços de consultoria em planeamento em agricultura urbana para empreendedores, empresas e cidades. Focando design agrícola, desenvolvem projetos em todos os tipos de cultivos, atuando em 26 países.



Imagens XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII – Exemplos pictográficos das possibilidades de fazendas urbanas: Solo, Fazenda Vertical em subsolo, Fazenda Vertical “indoor”, Terraços ou coberturas verdes, micro Fazendas Urbanas, Estufas e em Container. (www.agritecture.com)

Relacionado às personalidades inspiradoras no tema a linha de uma arquitectura “high-tech” e sustentável não cabe deixar de citar os arquitectos que mais inspiraram o trabalho, contribuindo com projecções das possibilidades de aplicação do tema:

- PIANO, Renzo, arquiteto italiano, que além de projetos high-tech e planejamentos urbanísticos, e pode demonstrar a aplicação de uma solução clara e sustentável para um edifício construído 1934, como no caso da reconstrução da Academia de Ciências da Califórnia (EUA). Neste projeto aplicou uma cobertura verde capaz de absorver cerca de 98% de toda água da chuva, além de possuir 60 mil células fotovoltaicas e tecnologias para aproveitamento do efeito solar passivo, bem como a iluminação natural que atende quase todo seu espaço interno (<http://www.rpbw.com>).



Imagens XXXIII, XXXIV, XXXV, XXXVI, XXXVII – Academia de Ciências da Califórnia – EUA, cujo design inovador venceu o prêmio (ULI) Urban Land Institute Award (www.pt.wikipedia.org/wiki/Renzo_Piano).

- CALLEBAUT, Vincent (www.vincent.callebaut.org) é um arquiteto belga cujos trabalhos possuem características futuristas e visam dialogar com o meio-ambiente, em sua maioria contendo coberturas e fachadas verdes, muita tecnologia solar ativa e passiva e eólica como pode ser visto nos três exemplos abaixo:

1. “SOLAR DROP” um complexo aquático no Mar de Oma em Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos esta perspectiva, com cobertura solar com mais de 7500 m² de painéis solares monocristalinos, além de 2500 m² de almofadas de plantas, absorvendo a umidade do ar e resfriando o complexo por evapotranspiração das plantas. O Majlis é um edifício com energia positiva; isto é, produzir mais energia do que consome. A via de acesso no complexo é pontuada por vinte turbinas eólicas que permitirão iluminar com autossuficiência o quebra-mar e seus acessos, aproveitando a força dos ventos predominantes.



Imagens XXXVIII, XXXIX, XL, XLI, XLII – projeto “SOLAR DROP” (www.vincent.callebaut.org).

2. “PARIS SMART CITY 2050” - Seguindo o Plano de Energia Climática de Paris, que visa reduzir 75% das emissões de gases de efeito estufa até 2050, o projeto é um trabalho de pesquisa e desenvolvimento sobre a integração de arranha-céus com produção de mais energia por solidariedade todos juntos energia para as áreas circundantes. A fim de combater o fenômeno das ilhas de calor urbanas, aumentando ao mesmo tempo a densidade da cidade a longo prazo, este estudo apresenta 8 protótipos de torres mistas. Essas torres repatriam a natureza no coração da cidade e integram, desde seu projeto, as regras do bioclimatismo e as energias renováveis e recicláveis em curto circuito por meio de sistemas inovadores. Voltados para novas inovações sociais, eles inventam os primeiros novos modos de vida eco-responsáveis para implementar a qualidade de vida dos habitantes da cidade no respeito ao meio ambiente.



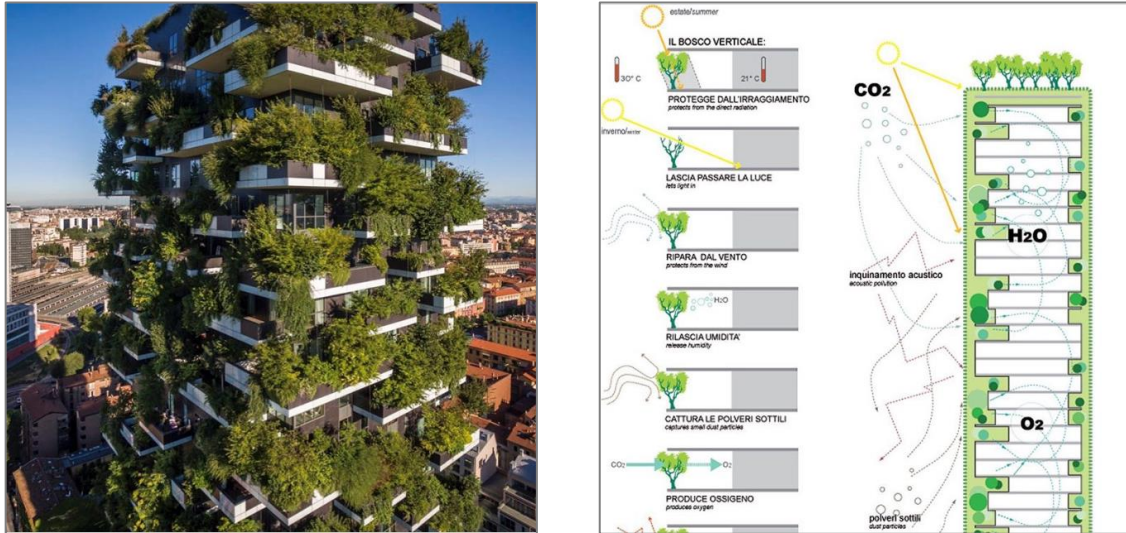
Imagens XLIII, XLIV, XLV, XLVI, XLVII, XLVIII e XLIX – projeto “PARIS SMART CITY 2050” (www.vincent.callebaut.org).

3. “AEQUOREA” com edificações multiuso no litoral do Rio de Janeiro, Brasil. Cada vila de Aequorea pode receber até 20.000 aquanautas. Seu principal acesso é na superfície da água, através de quatro marinas cobertas com um mangue enraizado em uma cúpula flutuante de 500 metros de diâmetro. Vida modular, espaços de trabalho conjunto, laboratórios, usinas de reciclagem, hotéis educacionais, fazendas aquapônicas e lagoas de fito-purificação se acumulam camada por camada exploram a sustentabilidade, além de explorar um novo espaço para o uso.



Imagens L, LI, LII – projeto “AEQUOREA” para o Rio de Janeiro. (www.vincent.callebaut.org)

- BOERI, Stefano é um arquiteto e urbanista italiano, nascido em Milão que procura integrar a biodiversidade e o aproveitamento dos efeitos solares como característica para os seus empreendimentos, como podemos verificar tanto nos edifícios “BOSCO VERTICALE”, “CAIRO VERTICAL FOREST” e no planeamento urbano “TIRANA RIVERSIDE” na capital albanesa perto do rio Tiran.



Imagens LV & LVI– BOSCO VERTICALE. (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti)



Imagem LVII– BOSCO VERTICALE (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti)



Imagens LIII, LIV, LV, LVI – CAIRO VERT FOREST (www.stefanoboeriarchitetti.net/progetti)



Imagem LVII – TIRANA RIVERSIDE (www.stefanoerichitetti.net/progetti)

Desta maneira, fica entendido que existe direção e relevância no aprofundamento acadêmico do tema, pois este estudo possui a pretensão de analisar a viabilidade em realizar uma combinação das tecnologias de vanguarda ligadas a sustentabilidade, alertando para possibilidade de cultivo de alimentos integrados ao mais alto padrão arquitetônico.

A arquitetura sustentável deve ser difundida e aplicada, e cada estudo, cada artigo publicado e cada edifício que usar este conceito ajuda a preservar o ambiente e a humanidade.

DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS

O **Prefácio** apresenta o Estado da Arte composto por pesquisas relevantes ao tema.

O **Capítulo I** apresenta o contexto em que se insere a pesquisa.

O **Capítulo II** apresenta de uma forma breve um apanhado nas qualidades de um edifício e das tecnologias sustentáveis modernas e certificações que podem auxiliar a elaborar uma edificação verde a explorar todo o seu potencial e sendo capaz de aproveitar os recursos naturais de forma passiva e ativa, com foco para as coberturas e fachadas verdes.

O **Capítulo III** apresenta o histórico e desenvolvimento das coberturas e fachadas verdes, bem como seu desenvolvimento na cultura arquitetônica atual. Trata também de demonstrar seus benefícios, tipos e aplicabilidade nos grandes centros urbanos.

O **Capítulo IV** apresenta os itens de pesquisa aplicada com a elaboração de protótipos e monitoramento de dados climáticos e efeitos sobre influências no crescimento da vegetação e alimentos, assim como perceber de que forma o emprego da vegetação atua sobre o conforto higrotérmico e acústico sobre eles.

O **Capítulo V** apresenta as considerações finais, perspectivas de trabalhos futuros e propostas para a aplicação das múltiplas tecnologias no Campus Azurém da Universidade do Minho.

I. Introdução:

Este estudo visa através de uma sistemática pesquisa bibliográfica e de campo, desenvolver o tema da necessidade de adaptação da arquitectura moderna em relação à otimização para o uso de tecnologias sustentáveis e para o aproveitamento dos recursos naturais e das características de seus ambientes.



Imagem I.I. – Cartaz desenvolvido para a escolha do tema coberturas verdes na Unidade Curricular projeto de Investigação da EAUM - Fotos e edição de própria autoria.

Impulsionado pela questão do aquecimento global que tanto é debatida atualmente, e que levou anteriormente o autor deste a fazer um MBA em Planeamento e Gestão Ambiental na Universidade Veiga de Almeida, junto sua formação inicial de bacharel em Arquitectura e Urbanismo pela Universidade Santa Úrsula, bem como a motivação e admiração em relação aos locais arborizados projetados e seus benefícios para a cidade, buscou-se uma maneira de aprimorar os conhecimentos sobre a aplicabilidade e inclusão desses espaços verdes na arquitectura de forma a demonstrar seus benefícios.

A busca de um equilíbrio entre proteção ambiental, qualidade de vida das pessoas, práticas construtivas sustentáveis, justiça social e viabilidade econômica são os principais desafios. Aplicar o conceito de desenvolvimento sustentável é buscar formas de reduzir as pegadas ambientais e aumentar a justiça social dentro do orçamento disponível, utilizando como complemento ações de educação socioambiental.

Apesar de esta noção ser nítida, é extremamente árdua a tarefa de focar em apenas uma medida, mostrar apenas uma forma, uma tecnologia a ser estudada para sintetizar a complexibilidade na criação de uma edificação ou cidade planejada e sustentável.

Este estudo analisou algumas tecnologias de vanguarda ecológica, as quais procuram reduzir, reciclar e reutilizar, aproveitando-se dos conhecimentos adquiridos em prol da salvação dos efeitos climáticos atuais e futuros.

Cabe ressaltar que os atuais dados do Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC), um órgão associado a Organização das Nações Unidas (ONU), tem demonstrado aumentos significativos nas emissões de carbono e consequentemente aumento médio da temperatura global em 0,7°C (ONU, 2020) gerados principalmente por:

- Queima de combustíveis fósseis;
- Aumento da população do planeta (demanda por insumos e alimentos);
- Mudanças no uso da terra (desmatamento de florestas, extinção de espécies, ocupações irregulares, agricultura e pecuária);



Imagem I.II. – Ilustração Aquecimento Global (www.br.freepik.com)

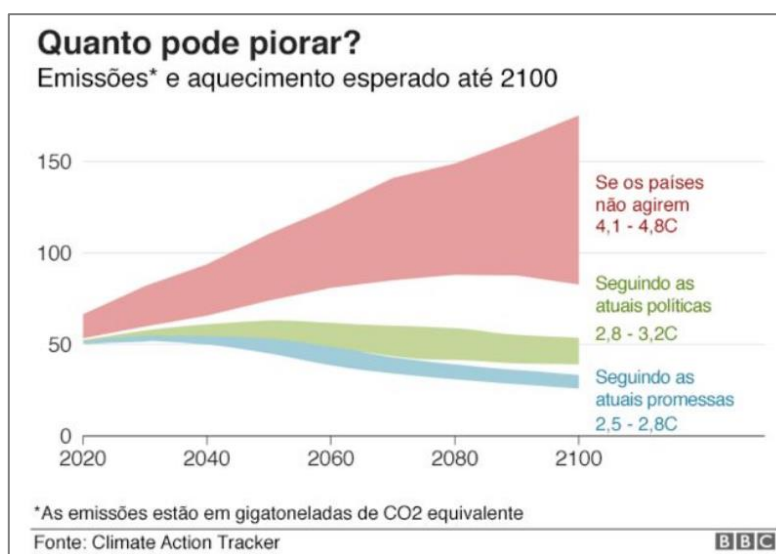


Imagem I.III – Gráfico demonstrando o aumento nas emissões de CO2 (www.bbc.com)

O Aquecimento Global e a contínua poluição humana vêm gerando grande preocupação dos ambientalistas, pois vem a ocorrer desde meados do século XIX, e tem como principais consequências:

- Aumento das temperaturas dos oceanos;
- Derretimento das calotas polares;
- Aumento dos níveis dos mares;
- Alteração de correntes marítimas;
- Inundações das áreas litorâneas;
- Interferência no ritmo das estações e nos Ciclos da Água, do Nitrogênio, do Carbono e de outros compostos;
- Alteração da composição química da água (desoxigenação, acidificação e dessalinização);
- Extinções de espécies de Fauna e Flora;
- Aumento da intensidade da radiação solar causada pelos buracos na Camada de Ozônio;
- Aumento e dificuldade de previsão de catastrofes naturais, como furacões, enchentes, secas...

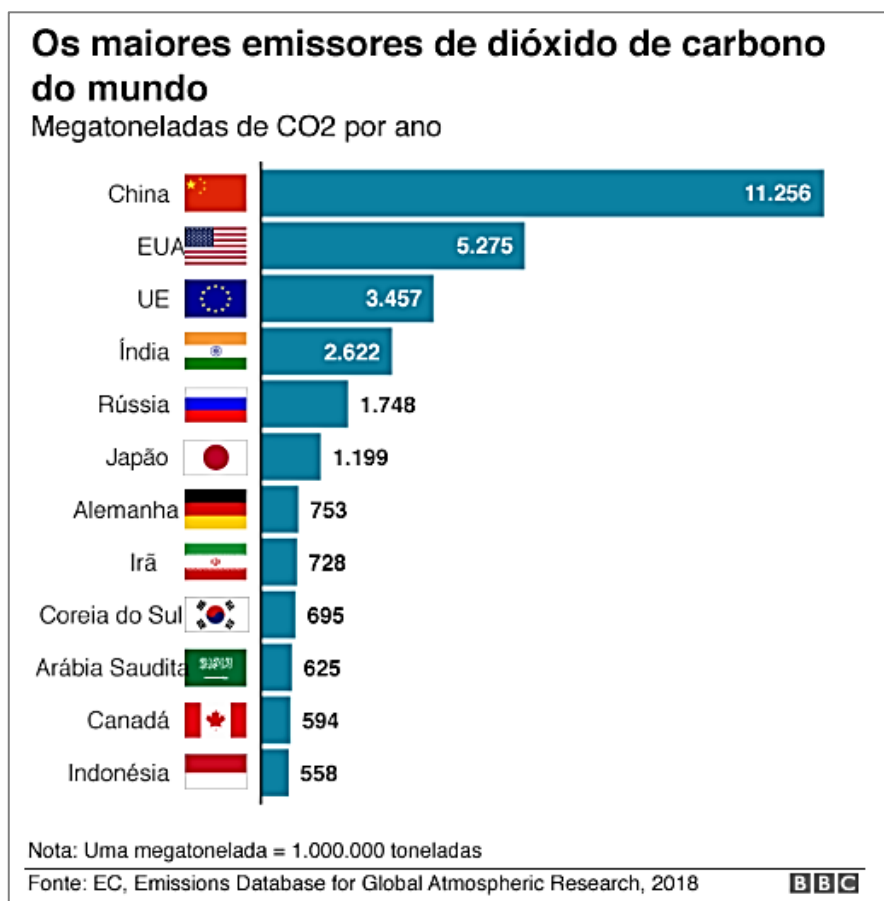


Imagem I.IV – Gráfico demonstrando as nações com maiores emissões de CO₂ (www.bbc.com)

Dentre os itens citados, existem inúmeros deles que são irreversíveis, afetando a vida no planeta para sempre.



Imagem I.V. – Fotografia aérea de desmatamento florestal para uso na agricultura e pecuária.

Ambientalistas e órgãos atuam diretamente na tentativa de preservar a biosfera, porém cabe a todos: cientistas, engenheiros, arquitetos, meteorologistas, biólogos, e até mesmo advogados, fazer sua parte nesta ação e atuar com este foco em suas áreas profissionais.

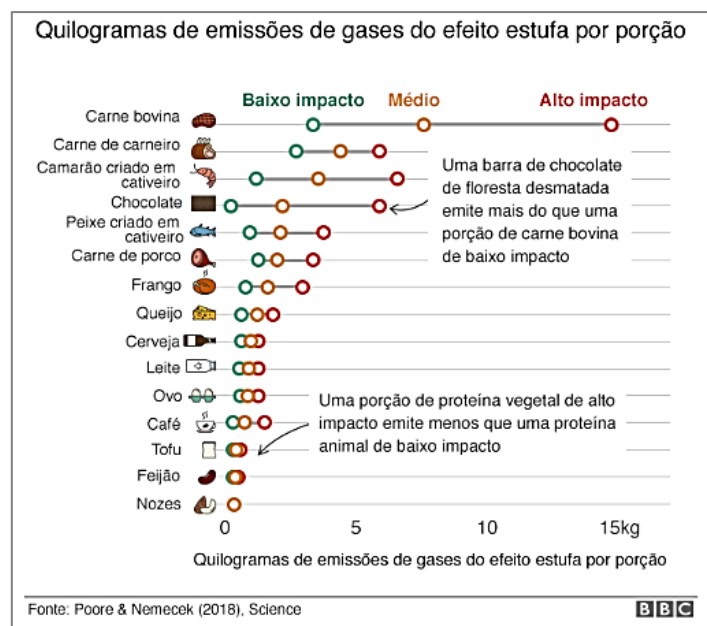


Imagem I.VI– Emissões de gases do efeito estufa por produção. (www.bbc.com)

O Protocolo de Quioto, 1997 criador dos créditos de carbono e determinou que os países desenvolvidos tivessem que reduzir 5,2% (em média) das emissões de gases do efeito estufa (GEE) em relação aos níveis verificados em 1990.

Atualmente quando uma nação, empresa ou pessoa reduz suas emissões de GEE, ela recebe certificados ou créditos de carbono. Por convenção, uma tonelada de CO₂e não emitida (dióxido de carbono equivalente) corresponde a 1 crédito de carbono (ONU, 2020).

“O crédito de carbono é a moeda utilizada no mercado de carbono. Nesse mercado, empresas que possuem um nível de emissão muito alto e poucas opções para a redução podem comprar créditos de carbono para compensar suas emissões. Assim, elas indiretamente ajudam a manutenção do projeto de redução e, além de equilibrar o nível de emissões de gases GEE na atmosfera, contribuem para o desenvolvimento sustentável de comunidades pobres.”
(<http://www.sustainablecarbon.com/como-sao-gerados/>)

De acordo com as mesmas fontes, as permissões para emissões das diferentes nações ou indústrias são negociadas entre elas. Créditos obtidos a partir de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), ou seja, também podem ser usados para diminuir partes das emissões. Os projetos podem envolver substituição de energia de origem fóssil por outras de origem renovável, racionalização do uso da energia e recursos naturais, atividades de florestamento e reflorestamento, serviços urbanos mais eficientes, entre outras possibilidades sustentáveis.

“A noção de desenvolvimento sustentável tem implícito um compromisso de solidariedade com as gerações do futuro, no sentido de assegurar a transmissão do patrimônio capaz de satisfazer as suas necessidades.” (SILVA, 2006).

Apesar de uma prática coletiva e global, cada país obteve metas individuais de acordo com seu estágio de desenvolvimento, ou seja, nações desenvolvidas como a União Europeia (UE-8%), Estados Unidos da América (EUA-7%), Japão (JP-6%), já países em desenvolvimento como o Brasil, a China e a Índia não tiveram metas (ONU, 2020).

Existem correntes de pensamentos que defendem que os créditos de carbono ajudam mais a economia do que o meio ambiente, e outras entendem que eles são certificados que autorizam aos países desenvolvidos o direito de poluir. No entanto, cada país tem uma cota máxima de créditos de carbono que pode comprar para cumprir as metas do Protocolo de Kyoto; portanto, a assim chamada “permissão para poluir” é controlada e limitada, segundo BANDEIRA, 2011.

Para a avaliação do crédito de carbono, as tecnologias reclamadas pelas nações interessadas, devem passar por uma análise criteriosa para que fique comprovado o que foi ou não lançado de poluente na atmosfera.

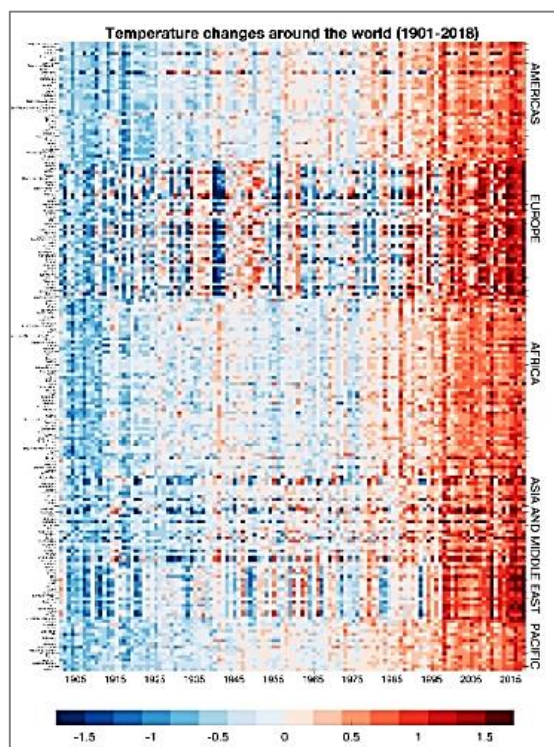


Imagem I.VII – Gráfico demonstrando o aumento das temperaturas no mundo (www.bbc.com)

Em prosseguimento, o Acordo de Paris , tratado no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), negociado em Paris durante a COP21, e aprovado em 12 de dezembro de 2015, que substituiu o Protocolo de Quioto – foram estabelecidas novas medidas de redução para a emissão de carbono a partir do ano de 2020, onde ficou estabelecido que as metas e compras de redução de emissões são todas definidas de maneira própria, ou seja, cada país define o quanto quer reduzir e como e de quem deseja comprar os créditos de carbono.

Em 2019 durante a COP25, a comunidade internacional perdeu uma importante oportunidade para mostrar uma maior ambição para mitigação, adaptação e finanças para combater a crise climática.

Outros aspectos relevantes, inusitados e contemporâneos surgem com a Pandemia do COVID-19, onde os governos e as autoridades de saúde se viram na função de estipular quarentenas obrigatórias aos habitantes das cidades infectadas pelo “novo coronavírus”, o que ocasionou histeria coletiva e consumismo egoísta para estocar alimentos e insumos em quantidade muito

superior à necessária vital para o período, acreditando que parte disto poderia ser evitado se houvesse a produção para a subsistência de alimentos em casa.



Imagem I.VIII – Fotografia de horta urbana em cobertura (www.http://autossustentavel.com/2017/)

Cabe ressaltar neste estudo que todas as residências além de possuir os benefícios energéticos e de conforto das tecnologias sustentáveis, deveriam possuir esta capacidade de produzir o básico em termos de alimentação, ou seja, a horta urbana deveria ser incorporada na arquitetura das unidades habitacionais como um espaço de comum importância, tal como uma cozinha, um quarto ou uma casa de banho.

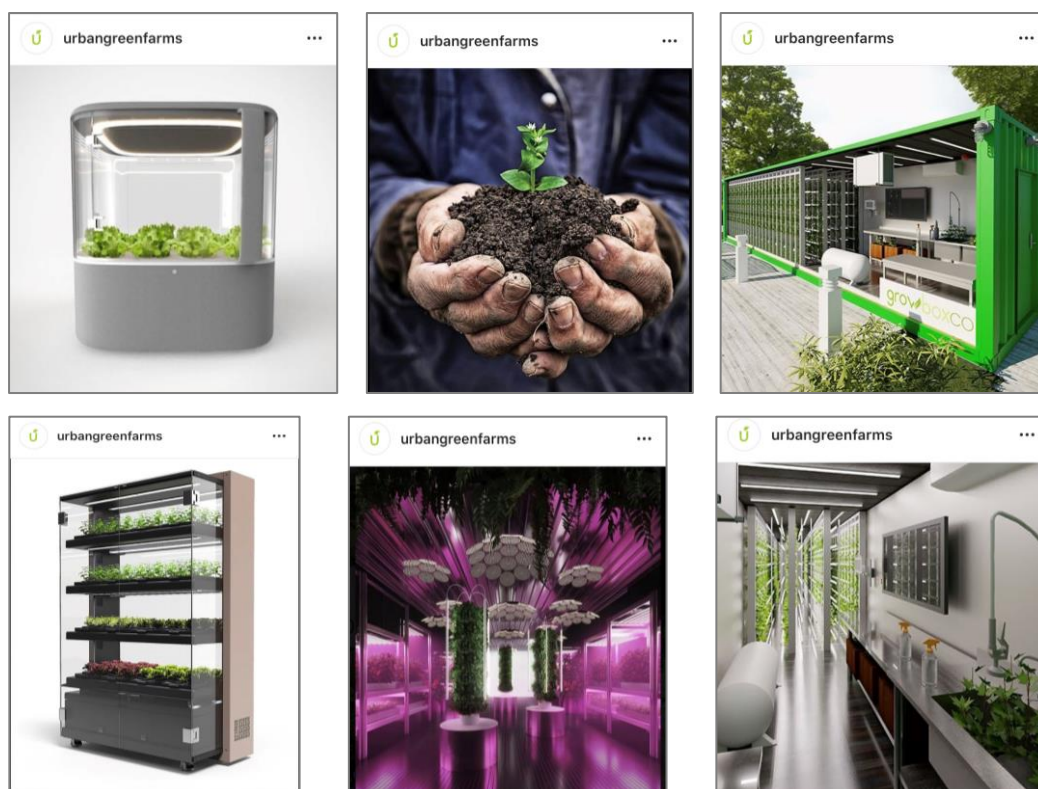
Uma moradia ecologicamente sustentável, viável economicamente, conjuga o equilíbrio do uso de tecnologias sustentáveis, os efeitos solares passivos e antigos conhecimentos construtivos que deram certo, com o máximo possível de interação com o Meio Ambiente. O foco do objetivo é ocasionar o menor ou nenhum impacto ambiental, seja no projeto, na execução, uso e até pensando em como será demolida um dia.

O uso de materiais que necessitem de menos energia para sua produção e gerem menos resíduos, materiais reciclados, subprodutos de demolição e produto que gerem baixo impacto, aliados ao aproveitamento das fontes naturais disponíveis sem agressão, é a base para uma construção sustentável.

O espaço deve ter desde a capacidade de existir sem poluir, quanto atualmente é tangível a produção de alimentos, tanto em seu exterior quanto em seu interior.

Existem diversas formas de produzir alimentos em residências: com solo ou usando hidroponia, nos terraços ou varandas, ou até mesmo dentro de casa, seja em vasos convencionais com

substrato, quanto utilizando as tecnologias atuais de “homegrow”, compostagem, irrigação, climatização e iluminação.



Imagens I.IX, I.X, I.XI, I.XII, I.XIII & I.XIV – Exemplos de tecnologias modulares para cultivo “indoor.”

São diversos os pontos que interconectados buscam obter resultados positivos, e que, além de não contribuir para a geração de impactos ambientais na construção de novos empreendimentos, tentam auxiliar a redução do estrago já feito ao planeta.



Imagem I. XV – Cartaz desenvolvido para o tema.

Bioarquitetura é a arte de construir com respeito à vida e ao meio-ambiente, partilhando dos ideais de uma sociedade sustentável e saudável, preservando a vida do planeta em seus diversos ecossistemas. (www.espiralando.com.br)

Obviamente, faz-se difícil citar apenas uma metodologia, uma prática, pois citando algo como coberturas verdes, cabe também falar sobre captação de água da chuva, do seu tratamento, seu reuso e destinações finais, e consequentemente tende-se a falar sobre a aplicação de energia solar ou eólica para o bombeamento da mesma, além de tantas outras vertentes sustentáveis pertencentes e pertinentes ao tema.

“Incorporar práticas de desenvolvimento sustentável na construção civil é uma ação essencial no mercado atual, pois há alertas, estímulos e inclusive pressões de diferentes seguimentos da sociedade, tais como governo, consumidores, associações e investidores a fim de que se incorporem tais hábitos. Para que isso aconteça, a área da construção tem a necessidade de dedicar sempre mais; as firmas empresariais devem alterar a maneira de dirigir e produzir suas obras. Precisam ter programação de introdução avançada na sustentabilidade, buscando em cada obra nova iniciada, solução viável, econômica, e indispensável para o empreendimento projetado.” (KAWA, 2015)

Seja o benefício em pequena ou grande escala, temos que aumentar o desenvolvimento de projetos sustentáveis, de ações mitigadoras, de consciências trabalhando em prol, não só do planeta, mas também pela humanidade.

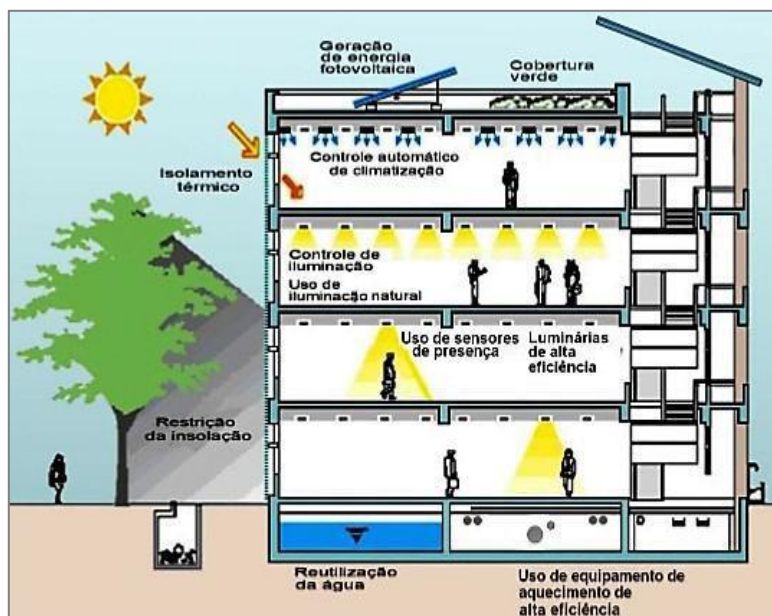


Imagem I.XVI – Esquemático de uma edificação sustentável (www.brasile scola.com.br)

Mediante o exposto, buscamos desenvolver um trabalho focado em detalhar, em uma dissertação que contemple o básico sobre todas as formas e metodologias construtivas que levam ao conceito de arquitetura sustentável, com o núcleo de estudo na destinação dos

espaços ociosos das edificações para a criação de coberturas e fachadas verdes tanto quanto hortas ao ar livre e em estufas incorporadas nos grandes espaços urbanos.

O posicionamento relativo da edificação, os materiais a serem escolhidos, o planejamento no projeto e na construção, sua funcionalidade e distribuição dos espaços, a utilização das tecnologias sustentáveis deve ser analisada caso a caso, mas nunca esquecidas.

Deve-se entender de uma vez por todas que não podemos impermeabilizar o solo ocupando-o com construções, pois geramos indiscutivelmente enchentes. A remoção de vegetação para a implantação de uma construção deve ser estudada, já que pode retirar a sustentação de encostas, a facilitar a infiltração de água no terreno causando deslizamentos.

Contudo, necessitamos muito dos espaços construídos, somos os únicos animais que não resistem ao tempo, pois perdemos a capacidade de dormir ao relento com a nossa evolução, mas podemos atuar de maneira sustentável em moradias adaptadas às nossas necessidades visando o tipo de material que são feitas, sua interação como meio, fazendo-as permitir ou não a troca de calor com o habitat, ou posiciona-las de forma a aproveitar o Sol, buscando assim eficiência energética com conforto térmico e acústico.

A humanidade não tem que modificar todos seus hábitos para viver em harmonia, somente necessita utilizar seus conhecimentos sem causar ou mitigando os danos ao seu ambiente.

Temos que utilizar os quatro “Rs”: repensar, reduzir, reciclar e reutilizar em tudo, principalmente em nossas atividades profissionais.

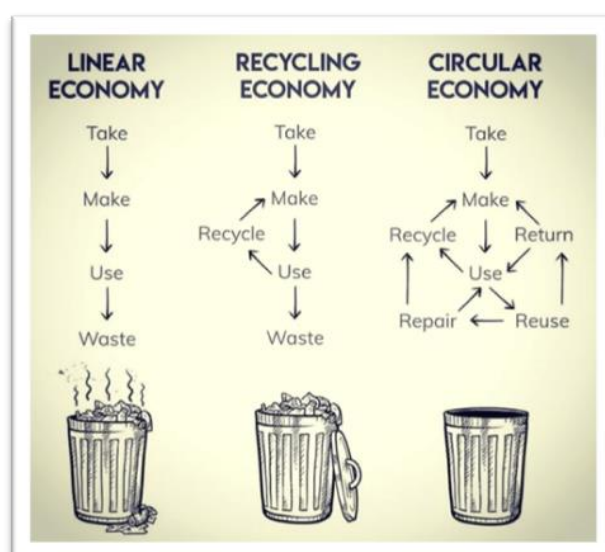


Imagem I.XVII. – Desenho dos quatro “Rs” demonstrando como reduzir os resíduos (www.greenpeace.org)

Desta forma, a Arquitectura e a Engenharia têm como desafio atuar na tarefa de criar habitações e edifícios verdes e sustentáveis, bem como adaptá-los sempre que for necessária uma reforma ou reabilitação de um prédio antigo.

E aqui iremos abordar a capacidade de evolução da arquitectura e das cidades rígidas e brutas para a sua capacidade de arborização e produção de alimentos nos edifícios.

“Um novo conceito de cidade deve ser pensado (...). Em termos ecológicos, devemos partir do princípio de que a cidade e o campo são fases diferentes de um mesmo sistema: uma não pode viver sem a outra. (...) O homem do futuro, do século XXI não rural nem urbano: será as duas coisas ao mesmo tempo sem as confundir. (...) Na cidade do futuro deve ser reintegrada a ruralidade e a agricultura, a tempo parcial e complementar, ou mesmo de determinadas especialidades. (...) Uma cidade/região, onde a ruralidade e a urbanidade estejam interligadas é fundamental para encarar o futuro.”(Ribeiro Telles, Gonçalo: in Conferência em Matosinhos, 1995, Apud. TEIXEIRA, 2016).

II.I. O EDIFICADO E A CIDADE:

A procura do conforto da habitação em sua plenitude tem levado a um consumo excessivo de recursos energéticos. Os grandes centros que em sua maioria não tinham como serem planejados adequadamente para suportar a demanda da explosão populacional das últimas décadas, se veem atualmente buscando métodos de se reinventar sustentavelmente, na edificação, nos transportes ou na cidade inteira.

O aproveitamento dos recursos naturais aperfeiçoa uma eficiência energética e como o edifício responde ao consumo por seus ocupantes.

A melhor altura para incorporar este tipo de estratégia é durante as fases iniciais de concepção de projeto, onde uma análise multidisciplinar correcta e que constituirá um desenho solar passivo inteligente podem contribuir para o aquecimento, arrefecimento e a iluminação natural no interior de praticamente qualquer edifício.

II.II. EFEITO SOLAR PASSIVO:

“O mais comum é os projetistas conceberem edifícios sem a devida atenção aos aspetos bioclimáticos ou então o contacto com empresas e engenheiros especializados em térmica de edifícios ser muitas vezes realizados à posteriori da fase de projeto. Este facto pode levar à ocorrência de erros na fase de construção, que mesmo com a introdução de soluções de climatização se limitam a remediar problemas já existentes”. (MENDONÇA, 2005)

A estratégia de Aquecimento Solar Passivo em particular, faz uso dos vários componentes do edifício para recolher, armazenar e distribuir os ganhos solares adquiridos de modo a reduzir as necessidades de aquecimento do espaço.

Desta forma, é determinante na redução de consumo de energia resultante dos sistemas de aquecimento convencional, substituindo parcialmente ou totalmente os combustíveis fósseis e reduzindo a poluição ambiental no sector da construção, principalmente no uso.

Nos locais que possuem clima frio, utiliza-se dos elementos de construção para coletar, absorver, armazenar, distribuir, controlar e manter por mais tempo os ganhos solares que aumentam a

inércia térmica do edifício e reduzem a necessidade de utilização de sistemas de aquecimento e iluminação artificial.

Para locais onde o calor é alto na maior parte do ano como próximo ao equador, o sistema solar passivo deve ser realizado no sentido oposto, ou seja, dissipando o calor, utilizando o posicionamento do edifício de forma oposta e adotando a ventilação cruzada para amenizar as temperaturas internas, bem como brises e venezianas para diminuir a radiação solar no interior das unidades habitacionais.

Conforme trecho retirado e adaptado de MENDONÇA (2005), “Uma das principais funções da fachada é a de conseguir funcionar como uma barreira selectiva”, e desta forma, tanto ela quanto as coberturas verdes são fatores cruciais sobre efeito solar passivo.

A eficiência do efeito solar passivo resulta da análise dos elementos arquitectonicos, das características do local do terreno, a ocupação e dimensão dos edifícios da vizinhança e da vegetação do entorno, os ventos dominantes, a morfologia do terreno, seu geoposicionamento, entre outros fatores que possam influenciá-lo diretamente.

“Estima-se que a introdução desta estratégia possa reduzir o consumo de energia para aquecimento entre 25% a 75% durante o ciclo de vida de um edifício, comparado com outro que não considere o desenho solar passivo na sua concepção.” (GONÇALVES, 2004).

Para conceituar o sistema solar passivo é necessário ter em consideração que um edifício eficiente deva aproveitar ao máximo os recursos naturais para sua eficiência energética.

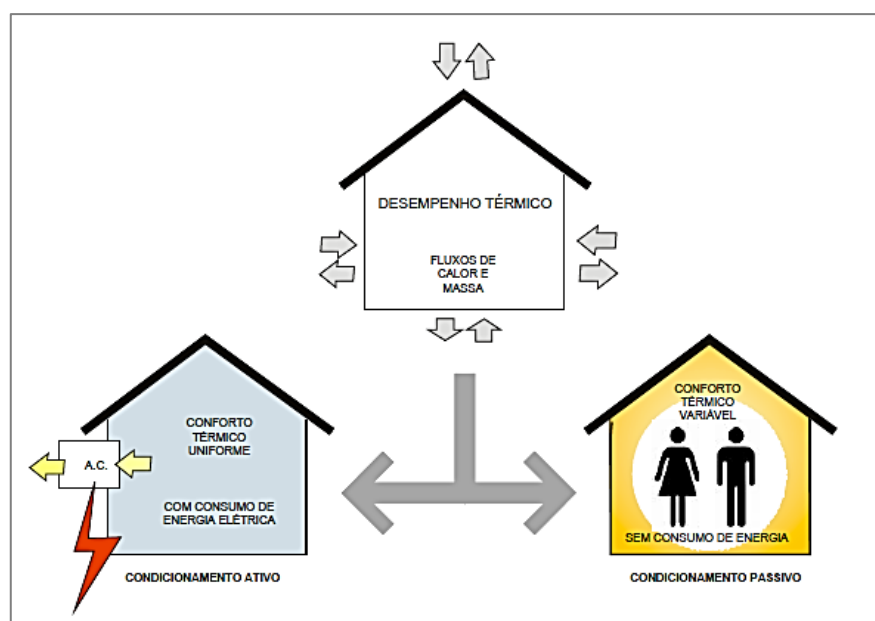


Imagem II.II.I – Desempenho térmico (PINTO & DIAS - 2017)

É mais uma condicionante para o sucesso de um edifício sustentável e como todas as variáveis intrínsecas, é importante pensar nisto desde a elaboração do projeto até à escolha criteriosa dos materiais.

Tendo isso em vista, devem ser determinadas:

- A metodologia de projeto;
- A relação entre a zona urbana e o terreno;
- A orientação do edifício;
- Forma e materiais do edifício;
- Divisão dos espaços interiores;
- Função do edifício;

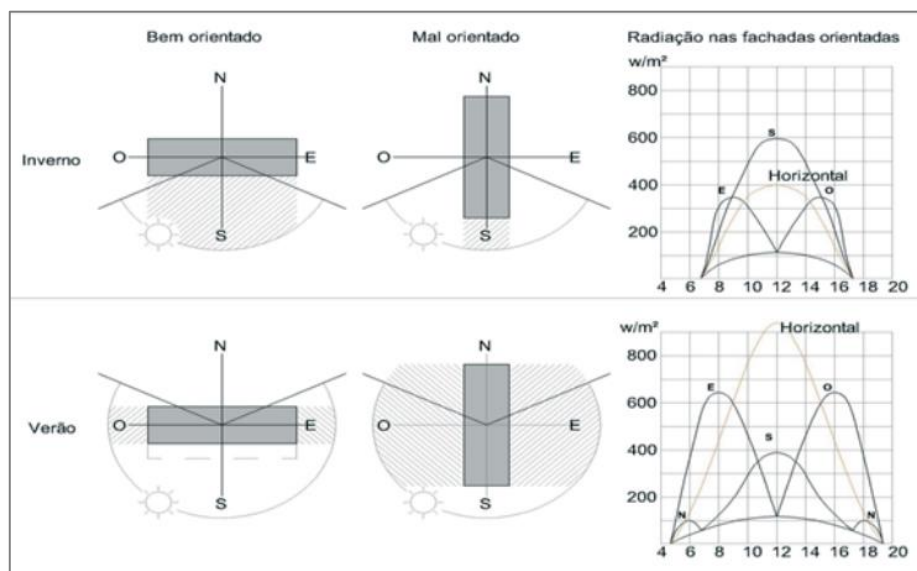


Imagem II.II.II – Relação da orientação solar em edifício no hemisfério norte (PINTO & DIAS - 2017)

Os sistemas solares passivos para aquecimento podem ser classificados segundo três categorias ou conceitos, baseados na abordagem ou combinação de sistemas de ganho, armazenamento e transmissão de energia térmica (PAUL 1979, Apud MENDONÇA 2005):

- **Ganho directo:** Constituído pela disposição espacial, é o sistema mais simples que consiste num edifício bem isolado, com vãos de janela orientados para o sol que permitem a entrada directa de raios solares no inverno. “Os sistemas de ganhos diretos normalmente utilizam a massa térmica sobre a forma de paredes sólidas e chão maciço com isolamento pelo exterior para conservar o calor por mais tempo” (PINTO & DIAS 2017):

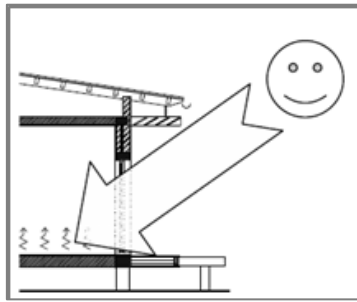


Imagem II.II.III – Exemplo de ganhos directo com sistema passivo solar. (MENDONÇA, 2005)

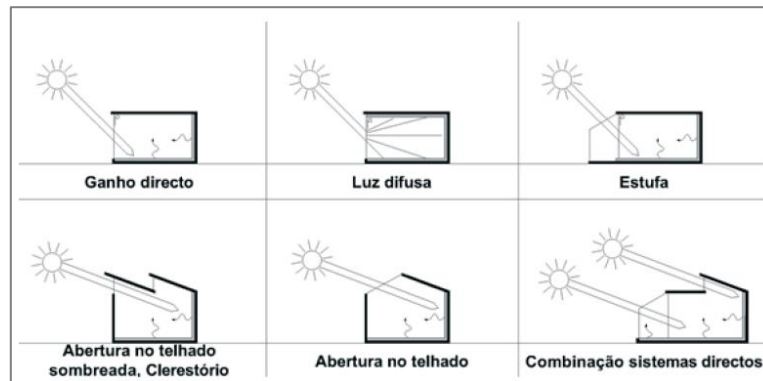
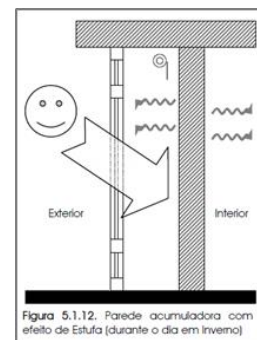
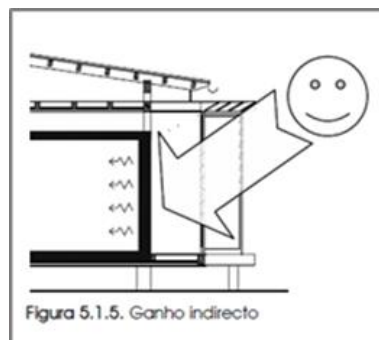
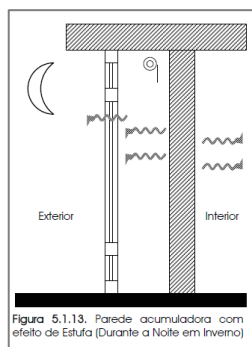


Imagem II.II.IV – Estratégias para ganho solar passivo directo (PINTO & DIAS, 2017)

- **Ganho indirecto:** Consiste na absorção da energia solar por meio de um colector que armazena calor em massa térmica (Paredes e coberturas com propriedades térmicas, vidros duplos e triplos ou com presença de água ou gás e termossifões para sistemas de ar e água).



Imagens II.II.V, II.II.VI & II.II.VII – Ganhos indirecto com sistema passivo solar. (MENDONÇA, 2005)

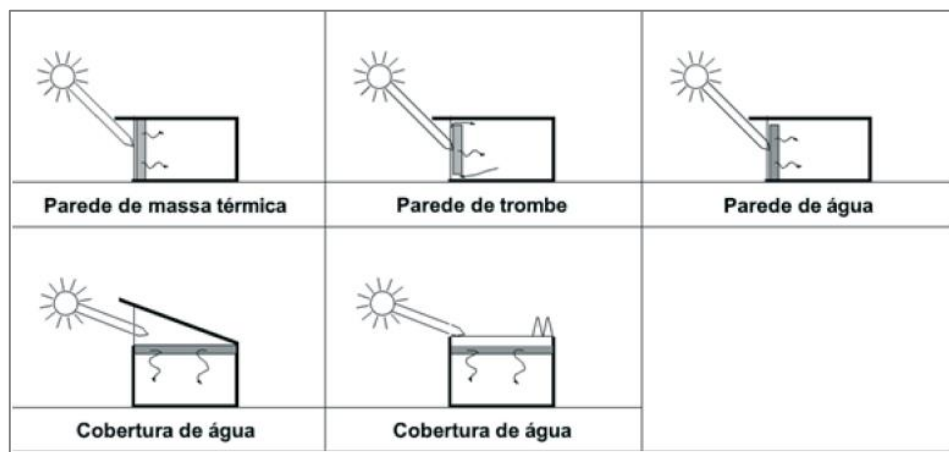


Imagem II.II.VIII – Estratégias para ganho solar passivo indirecto (PINTO & DIAS, 2017)

- **Ganho isolado:** “Onde existe uma maior separação – por distância ou isolamento entre o armazenamento térmico e o ambiente a climatizar” (MENDONÇA, 2005)

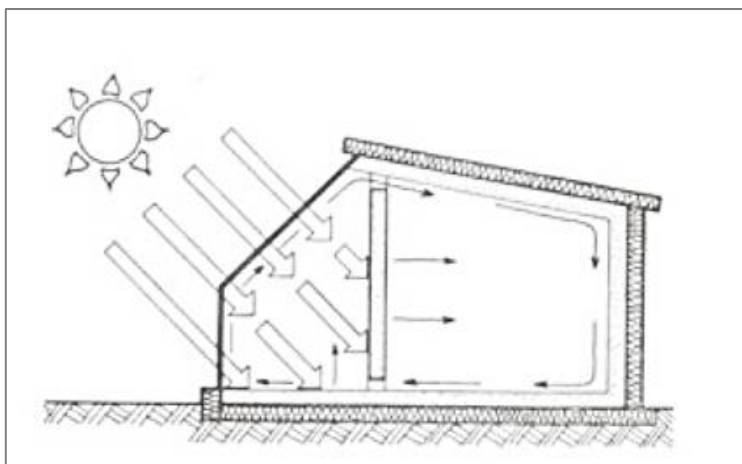


Imagem II.II.IX – Exemplo de ganho isolado (www.planetacad.com)

A compreensão do conforto térmico como um fenómeno multivariado explicado por factores de natureza diversa e muitas vezes subjetivas.

“A relação homem-ambiente é influenciada por uma complexidade de factores que não são tidos em conta nos modelos estáticos de conforto térmico(...)

Podem ser factores relacionados com as próprias características da população, como o género, a idade, a cultura, o estatuto social e económico; com o contexto envolvente (estrutura e função do edificado, estação do ano, clima, semântica), com a interação ambiental (iluminação, acústica, qualidade do ar), bem como com aspectos relacionados com a cognição (atitudes, preferências e expectativas)”. (DE DEAR e BRAGER, 1998).

Atualmente existem metodologias e programas de computador capazes de simular e analisar o nível de conforto térmico de uma edificação durante a fase de projeto.

“seguidamente referidos numa forma resumida os mais importantes factores a salvaguardar com vista à obtenção do conforto interior, na concepção da “pele” exterior dos edifícios de habitação:

- **Temperatura do ar interior:** entre 23 e 26°C no Verão e entre 18 e 22°C para vestuário típico de Inverno;
- **Humidade relativa interior:** a depender da temperatura ambiente, a zona de conforto interior está normalmente situada entre 30 e 70%;
- **Heterogeneidade na temperatura radiante:** a temperatura superficial radiante não deverá variar mais de 5°C relativamente à temperatura ambiente no caso de tectos e paredes. No caso de pavimentos esta variação poderá chegar aos 10°C;
- **Taxa de renovação de ar e velocidade do ar:** enquanto uma taxa de renovação de ar de 0,5 renovações por hora (rph) pode ser a mínima admissível, o valor normal de projeto em habitação é de 1rph.
- **Iluminância:** os valores de iluminância para uma situação de conforto dependem da actividade, pelo que o desenho das fachadas, as características dos envidraçados e as potencialidades de regulação dos mesmos têm de se adequar às necessidades dos ocupantes.

- *Intensidade luminosa:* a qualidade da iluminação dum compartimento não depende apenas da iluminância nas áreas de trabalho, mas igualmente deverá ser evitado o encandeamento.
- *Isolamento sonoro:* é normalmente difícil conseguir um isolamento sonoro favorável, quando ao mesmo tempo se quer ter iluminação, ganhos solares térmicos e uma boa ventilação natural.”
(MENDONÇA, 2005)

Valores de iluminância recomendados em habitação	
Local	Iluminâncias lux)
Zonas de circulação	50-100
Salas de estar	100
Salas de jantar / cozinhas	200
Zonas de estudo	300-500

Imagem II.II.X – Valores recomendados em lux para ambientes (MENDONÇA, 2005)

A Arquitectura deve servir ao ser humano e ao seu conforto, o projeto deve levar sempre isto em consideração.

A racionalização sobre a interação que o edifício terá com seu entorno pode significar um projeto de sucesso em termos de economia e eficiência.

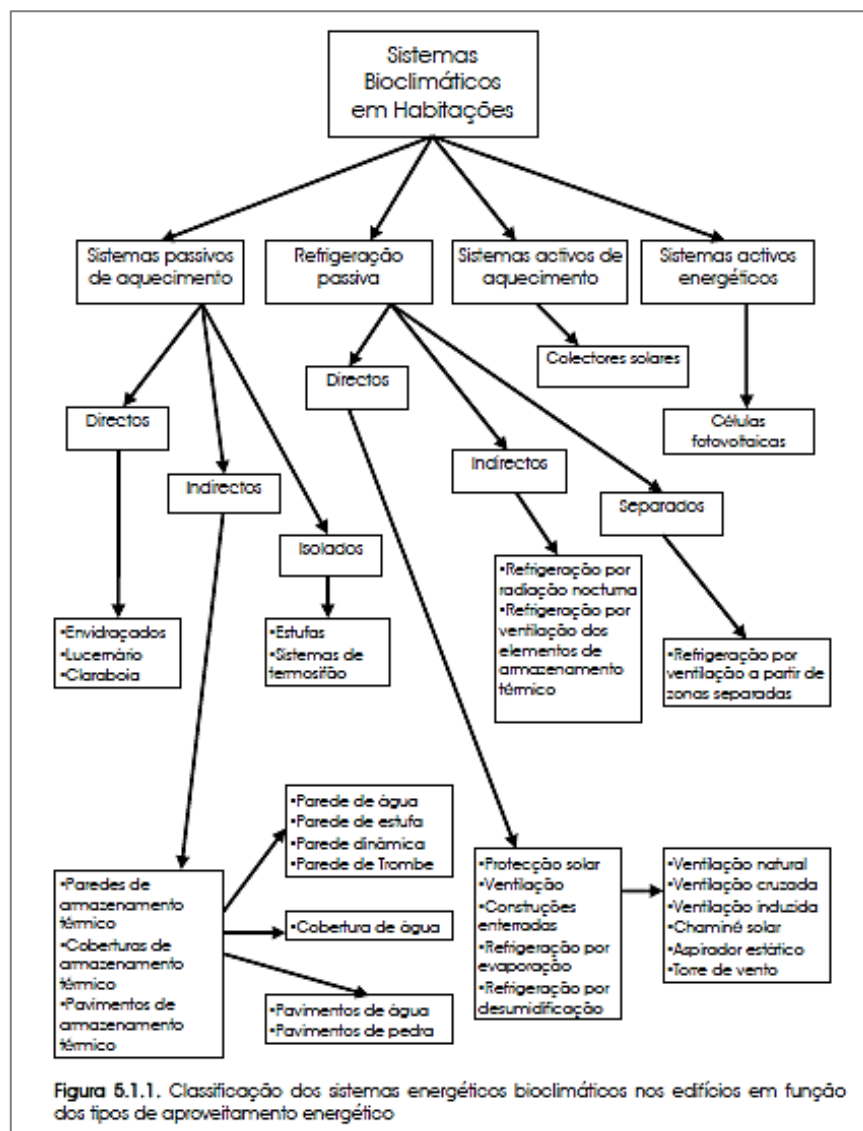


Imagem II.II.XI – Classificação dos sistemas energéticos bioclimáticos. (MENDONÇA, 2005)

A Tese de MENDONÇA 2005 refere quais as tecnologias da pele exterior das edificações e sua integração com os meios sustentáveis passivos.

“O simples facto dos edifícios e das suas fenestranças serem correctamente orientados, e de haver soluções passivas de aproveitamento da energia solar, permite muitas vezes a obtenção de situações de conforto, quando o clima é relativamente ameno, como no caso de Portugal. Assim conseguem-se sempre maiores poupanças energéticas do que pelo recurso a tecnologias de climatização activas. As tecnologias solares passivas, quer para aquecimento, quer para arrefecimento, têm um papel decisivo a desempenhar, e é necessário que os arquitectos as adoptem (muito especialmente quando os projectos de Arquitectura passarem a ser exclusivamente da responsabilidade destes), numa base regular e não apenas como a idiossincrasia de algumas honrosas excepções.”
(MALDONADO, 2001 Apud. MENDONÇA, 2005)

O que importa é que todos os aspectos referentes ao posicionamento da edificação, iluminação, eficiência energética sejam estudados a buscar ao máximo todas as variáveis de forma que gere uma minimização no uso da iluminação e climatização artificial onde a energia fornecida por concessionárias se faz necessária, gerando gastos que possivelmente poderiam ser evitados, ao menos durante o período do dia.

Aspectos primordiais para um projeto que aproveita a iluminação natural são:

- Entender o terreno e seu geoposicionamento;
- Estudar a incidência solar do local durante o ano;
- Posicionamento dos cômodos e para qual finalidade cada um se destinará;
- Determinação do posicionamento e quantidades de aberturas (Janelas, tetos solares, clarabóias, etc.);
- A escolha dos materiais.

II.III ACÚSTICA:

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição sonora é considerada um problema de saúde pública e um dos fatores poluentes que mais afeta o planeta.

Os problemas mais frequentes derivados dos ruídos em excesso no ambiente urbano são:

- Perdas auditivas;
- Irritabilidade, agressividade e stress;

- Insônia e distúrbios do sono;
- Pressão alta e problemas cardiovasculares.

O processo de acústica deve então auxiliar na concentração, bem estar, redução de estresse, aprendizado e aumento de produtividade e para a criação de padrão, as normas vêm sofrendo revisões, conforme apresentado abaixo:

“A legislação portuguesa impõe a verificação do isolamento a sons aéreos de fachada após a construção do edifício através de ensaios “in situ” conforme as normas em vigor. Recentemente estas normas foram revistas a nível europeu, com a publicação das três partes da norma ISO 16283 que estabelecem os procedimentos para as medições in situ de isolamento sonoro em edifícios. A norma NP EN ISO 16283-3:2017: “Medição in situ do isolamento sonoro em edifícios e de elementos de construção Parte 3: Isolamento sonoro de fachadas”, a última parte a ser publicada em Portugal substituindo a norma NP EN ISO 140-5, define a metodologia experimental para determinar, por ensaios no local, o isolamento a sons aéreos de fachadas.” (GOMES, 2017).

“Para ensaio de campo e medição do isolamento a ruído aéreo de paredes internas entre unidades, áreas comuns e sistema de piso, a metodologia de medição é especificada na norma ISO 16283-1 e está baseada na emissão de ruído em um dos ambientes através de uma fonte sonora omnidirecional, e medição dos níveis de pressão sonora em bandas de terço de oitava (de 100 Hz a 3150 Hz) no recinto onde a fonte está localizada e no recinto contíguo (receptor). A diferença entre os níveis, com uma correção segundo as condições acústicas do recinto receptor (obtidas através do tempo de reverberação), resultam na diferença de níveis padronizada (D_{nT}), que é convertida em um número único através da ISO 717-1, obtendo a diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$), que é o valor comparável com os níveis de desempenho da ABNT NBR 15575-4 e 3.” (mmclab.com.br).

Ensaio de campo para determinação do isolamento a ruído aéreo de vedações verticais externas – fachada de dormitório. A metodologia de medição é especificada na norma ISO 16283-3 e está baseada na emissão de ruído na área externa, com uma fonte omnidirecional, formando um ângulo de 45° com a fachada, e medição dos níveis de pressão sonora em bandas de terço de oitava na área externa a uma distância de 2 metros da fachada e no interior do dormitório (receptor). A diferença entre os níveis, com uma correção segundo as condições acústicas do recinto receptor (obtidas através do tempo de reverberação), resultam na diferença de níveis padronizada ($D_{2m,nT}$), que é convertida em um número único através da ISO 717-1, obtendo a diferença padronizada de nível ponderada ($D_{2m,nT,w}$), que é o valor comparável com os níveis de desempenho da ABNT NBR 15575-4.” (mmclab.com.br)

Por se tratar de um assunto relativamente novo, existem controvérsias sobre a real eficácia do isolamento acústico das fachadas verdes.

Pesquisas com trechos anexados, têm investigado a capacidade acústica de sistemas verdes, tanto para a qualidade do isolamento acústico dos ambientes internos das edificações, como para a atenuação da poluição sonora em ambientes externos, os quais influenciam a paisagem sonora urbana.

“Sistemas verdes têm a capacidade de absorção sonora, a partir de contribuições tanto da vegetação quanto do substrato que o compõe (...) Enquanto superfícies rígidas em áreas urbanas refletem as ondas sonoras ao invés de absorvê-las, o substrato tende a absorver o som nas frequências mais baixas, enquanto a folhagem das plantas absorve o som nas frequências mais altas”. (DUNNET & KINSBURY - 2008).

Em trecho é citado abaixo, o potencial da atenuação sonora de uma parede verde em área urbana é demonstrado, realizando a análise de parte da caracterização do ambiente sonoro de uma determinada rua em Paris antes e após a colocação do sistema foi:

“Concluiu-se na pesquisa que os sistemas verdes são capazes de reduzir os níveis de pressão sonora nas fachadas em aproximadamente 0.5 a 3.0 dB(A). Verificou-se uma redução sonora mais significativa nas altas frequências (acima de 3150 Hz), devido ao potencial de dispersão e absorção da folhagem das plantas, além do substrato. Nas médias frequências (400 – 2500 Hz), verificou-se uma atenuação moderada, podendo ser atribuída à absorção sonora dos substratos.” (LUNAIN, ECOTIERE, & GAUVREAU, 2016)

Esta informação coincide com o trabalho elaborado por RUOCCO, 2017:

“De forma geral, evidencia-se através de estudos de especialistas que, a vegetação é muito impactante na absorção de ruídos sonoros de bandas de frequências mais altas (acima de 1000 Hz), devido ao espalhamento do som por conta das folhagens dispersas. Já o substrato é determinante para a absorção do ruído nas frequências mais baixas (de 250 Hz a 500 Hz). O ruído dos automóveis mais leves, que predominam na malha urbana, é caracterizado por ser uma onda de baixa frequência. Assim, estruturas com substratos mais predominantes mostram-se melhores para a absorção dos principais agentes causadores da poluição sonora urbana” (...)

Autor do Artigo	Local	Método	Estrutura	Vegetação	Frequência Sonora (Hz)	Coefficiente de Absorção
AZKORRA, Z.	Espanha	Laboratório	Módulos de Plástico	Arbusto (<i>Helichrysum thianschanicum</i>)	250	0,42
					500	0,36
					1000	0,38
DAVIS, M.J.M.	Peru (Equador)	Laboratório	Módulos de Plástico	Samambaia (<i>Nephrolepis</i>)	250	1,02
					500	1,06
					1000	1,00
WONG, Nyuk H.	HortPark (Singapura)	Laboratório	Módulos de Plástico, Madeira e Metal (resultado final foi uma média)	Cídra, Cipreste, Samambaia (resultado final foi uma média)	250	0,22
					500	0,48
					1000	0,47
THOMAZELLU, Rodolfo	Campinas (Brasil)	Laboratório	Bolsas Geotêxtil	Dinheiro em Penca (<i>Callisia repens</i>)	250	0,25
					500	0,75
					1000	0,47

Tabela síntese das análises do coeficiente de absorção sonora para diferentes estudos, com diferentes estruturas e vegetações.

Imagem II.III.I – Síntese das análises do coeficiente de absorção sonora em estudos (RUOCCO, 2017)

“Conclui-se ao final que a utilização da vegetação incorporada aos edifícios além de todos os benefícios para o microclima, para a estética e diversidade da cidade, para a eficiência energética, por exemplo, também é importante para a redução dos efeitos da poluição sonora, através da absorção do ruído da malha urbana, principalmente de automóveis. Apesar de não possuir resultados tão expressivos, há, de fato, uma absorção e, portanto, um impacto para o conforto ambiental da sociedade em espaços abertos, o que deve ser levado em consideração”. (RUOCCO, 2017)

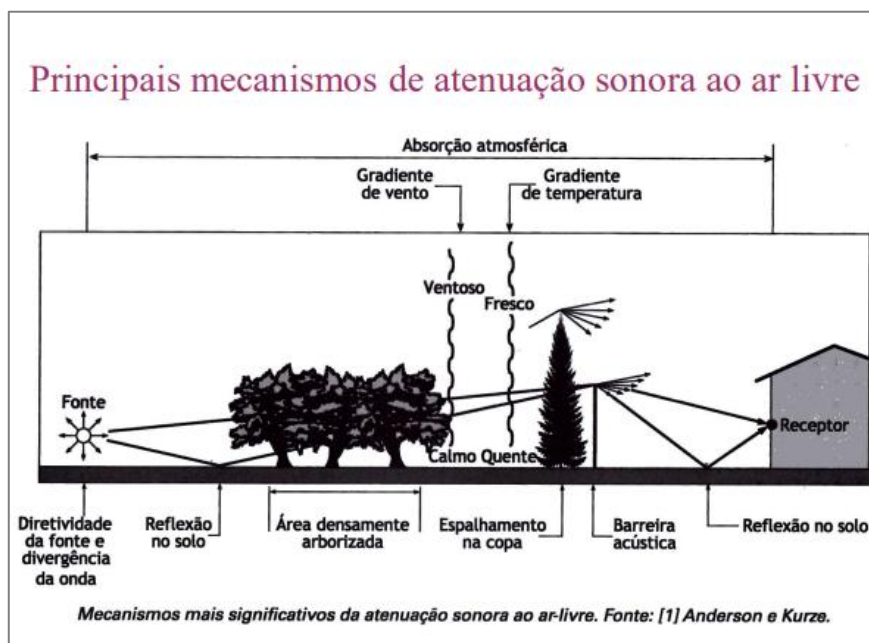


Imagem II.III.II – Principais mecanismos de atenuação sonora ao ar livre (Anderson e Kurze, 2016)



Imagem II.III.III – Principais mecanismos de atenuação sonora ao ar livre (Anderson e Kurze, 2016)

No entanto, do ponto de vista da qualidade acústica, é importante lembrar que, devido à diferença nas características entre os tipos de projetos de cobertura verdes, torna-se difícil a previsão das características acústicas.

Os ganhos acústicos associados a sistemas de parede e cobertura verdes podem variar consideravelmente e de acordo com a configuração do sistema e conforme lido em diversos trabalhos, sempre está associado ao substrato que geralmente possui as melhores qualidades isolantes.

II.IV CAPTAÇÃO DE ÁGUA NAS COBERTURAS E SEU REÚSO:

A água doce limpa tem todos os requisitos para se tornar um dos produtos primários de maior valor neste século, e conta diretamente com os seguintes fatores:

Vale resgatar a preocupação mundial sobre o tema citando o que foi estabelecido pela ONU na ECO -92 – em documento intitulado "Declaração Universal dos Direitos da Água" que frisa:

- *“A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão, é plenamente responsável aos olhos de todos”.*
- *“A água é a seiva de nosso planeta. Ela é condição essencial de vida de todo vegetal, animal ou ser humano. Sem ela não poderíamos conceber como é a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura”.*
- *“Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia”.*
- *“O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos”. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. “Este equilíbrio depende, em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam”.*
- *“A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras”.*
- *“A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo”.*
- *“A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis”.*
- *“A utilização da água implica em respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado”.*
- *“A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social”.*
- *“O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a terra.” (ONU, 1992)*

Levando em consideração as buscas por minimizar o uso, aperfeiçoar o gasto e reutilizar este bem tão necessário, será descrita a seguir algumas formas de atentar para o problema da água.

A coleta de água da chuva é uma prática comum em muitas partes do mundo e principalmente em residências de baixo poder econômico, onde, geralmente, recolhida nas coberturas da casa é utilizada para beber, cozinhar, lavar roupa, higiene pessoal, para dar banho em animais e vários outros fins mediante devido tratamento ou simplesmente utilizadas para regar plantas ou lavar garagens ou áreas comuns de condomínios.

Uma tecnologia tão simples como esta, se faz incorporada ao tema cobertura verde e seu sistema ainda tem a propriedade de filtragem pela água passar por suas camadas, diminuindo a presença de sujeira ou impurezas.

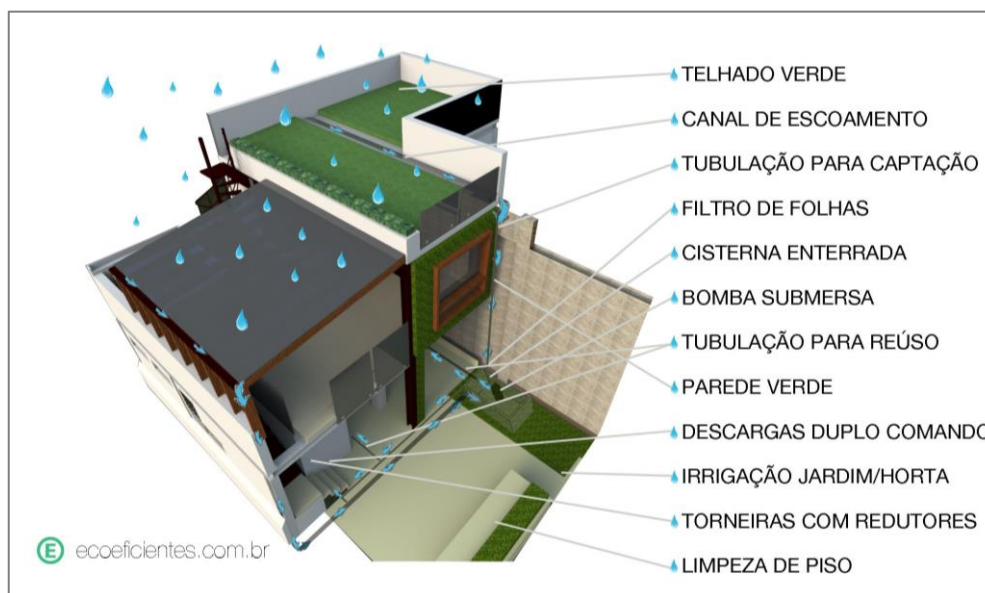


Imagem II.IV.1 – Esquemático captação água da chuva (www.ecoeficientes.com.br)

A qualidade da água do sistema de água da chuva é uma preocupação importante. Geralmente, se a água for filtrada antes de entrar no tanque e armazenada com ausência de luz, a qualidade será satisfatória, melhorando com o tempo com o repouso das partículas em suspensão.

Uma recomendação importante é que, durante os primeiros minutos de precipitação forte, após um período sem chuvas, a água não seja aproveitada. Todas as aberturas devem ser mantidas fechadas para evitar insetos, principalmente para que mosquitos se procriem dentro do tanque e abertas quando há chuva.

A água com pouco tratamento pode ser empregada em larga escala na irrigação da própria cobertura verde e hortas urbanas, como também serve para a lavagem de carros, limpeza de escadas, patios e garagens em prédios. Com o devido tratamento pode até servir para a preparação de alimentos.

“Apesar das coberturas verdes apresentarem uma grande capacidade de retenção das águas pluviais, não existe incompatibilidade com o sistema de recuperação das águas pluviais. O substrato da cobertura retém apenas uma quantidade de água que cai sobre ela, libertando a restante quantidade para o sistema de drenagem que a encaminha para os tubos de queda. Além de que a água armazenada no substrato que sobrou da alimentação da vegetação irá ser libertada ao longo do tempo.” (Ernst & Young, 2009).

A prática normalmente constitui-se aproveitar a chuva sobre uma superfície, canalizá-la por meio de canaletas aproveitando a ação da gravidade, armazenando a água em cisternas, bombeando-a até caixas d'água através de tubulações possuidoras de filtros e dando o tratamento necessário para a finalidade a qual se pretende utilizá-la.

Apesar de relativamente limpa, a água da chuva pode oferecer riscos assim como o esgoto regular nas redes, devido aos altos picos de fluxo que podem sobrecarregar as estações de tratamento que recebem conjuntamente esgotos sanitários, para isto deve-se atentar para a localização de cada reservatório e sua proximidade.

Nas indústrias, esta prática está se tornando cada vez mais frequente, gerando grandes economias e pagando os investimentos em infra-estrutura em curto prazo, bem como a implementação das coberturas verdes.

O sistema utiliza-se das coberturas para captação da água precipitada, a qual é dirigida para um filtro e levada para uma cisterna ou reservatório.

O conjunto formado por cisterna e filtro é um sistema eficiente e simples de instalar. Para evitar que os sedimentos do fundo da cisterna se misturem com a água, esta é canalizada até o fundo, onde, por meio de um "freio d'água", brota sem causar ondulações.

Armazenada ao abrigo da luz e do calor, a água se mantém fresca e livre de bactérias e algas. Outra parte do sistema cuida de sugar a água armazenada em pontos logo abaixo da superfície, impedindo a movimentação de eventuais resíduos.

Uma vez bombeada para uma caixa d'água, a água poderá ser usada para funções diversas, tais como: descarga de vasos sanitários, rega de horta e jardins, lavagem de pisos, quintais e automóveis e todas aquelas que não incidam em sua utilização para consumo humano.

Antes da instalação do sistema, é feito um estudo dos índices pluviométricos da região, da capacidade de captação da cobertura e do tamanho ideal da cisterna de armazenamento. Baseado nesses cálculos é dimensionado o equipamento, composto basicamente de um filtro (retira folhas e outros detritos), um freio d'água (reduz a pressão da água, que assim não revolve os sedimentos do fundo da cisterna), conjunto flutuante (faz com que a água mais limpa seja

bombeada para a caixa d'água) e o sifão-ladão (retira as impurezas da superfície da água, bloqueia odores vindos da galeria e impede a entrada de roedores).

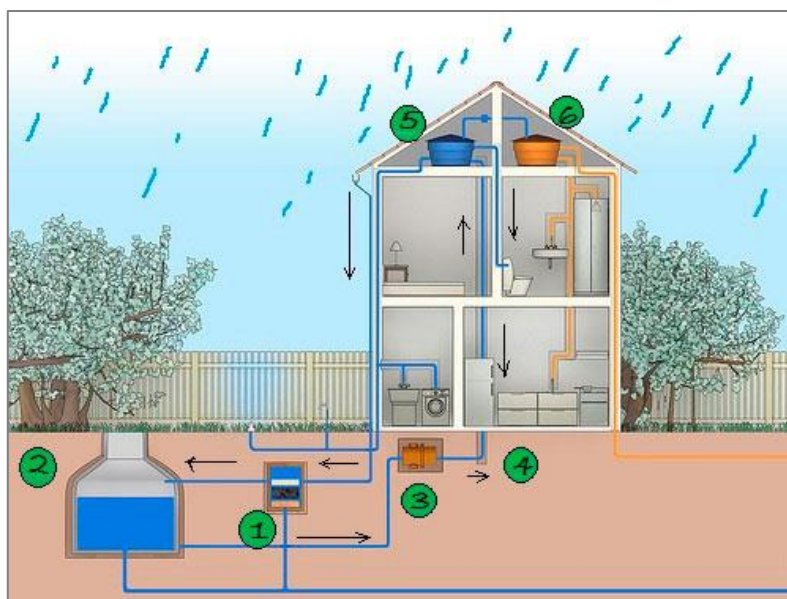


Imagem II.IV.II – Esquemático captação água da chuva (www.ecoeficientes.com.br)

Para fins de separação e reúso, as águas servidas compõem-se das águas negras, oriundas de vasos sanitários e pias de cozinha e as águas cinzas vindas de chuveiros, lavatórios de banheiro, banheiras, tanques, máquinas de lavar roupas e lavagem de automóveis, sejam elas provenientes de uso residencial ou comercial.

As principais vantagens do aproveitamento das águas cinza são:

- Economia no consumo produção de esgoto e consequentemente na conta de água;
- Conservação dos recursos hídricos;
- Minimiza a poluição hídrica nos mananciais;
- Alívio na demanda no tratamento de esgoto da rede;
- Gera consciência ambiental sobre o uso racional e a conservação de água potável;
- Permite a reciclagem de nutrientes.

Esta prática vem aumentando e se tornando comum devido à sua grande disponibilidade e facilidade de captação.

Uma alternativa para o proprietário ou construtor tornar sua edificação ou indústria ainda mais sustentável e econômica é aliar os benefícios do sistema de captação de água de chuva das coberturas verdes com o das pequenas estações de tratamento de águas residuais.

I.V ENERGIA SOLAR:

A energia elétrica é uma das fontes de energia mais limpas no seu uso, a ser responsável por impactos sociais e ambientais significativamente menores na sua geração. Tecnologias e programas ambientais adequadamente implantados ajudam a minimizar as alterações regionais.



Imagem II.V.I – Sistema fotovoltaico instalado em cobertura verde. (www.institutocidadejardim.wordpress.com)

Uma tecnologia que cada vez se torna mais eficiente atualmente é a captação de energia solar em painéis fotovoltaicos ou térmicos.

Em Portugal, o DL 80/2006 exige que todos os edifícios novos contemplem a instalação de sistemas solares desde que possuam esta viabilidade, ou seja, incidência solar apropriada na cobertura.

“A integração inovadora destas duas tecnologias pode ser feita facilmente, mas deve ficar restrita a telhados verdes extensivos (com vegetação rasteira, de baixo porte) para não haver sombreamento sobre os painéis. Os mesmos devem ser montados em cima do sistema do telhado verde, com a base de elevação/inclinação fixada nas bandejas plásticas de drenagem do sistema – desta forma, evitamos a perfuração da laje e da impermeabilização. As bandejas já travadas à base dos painéis são preenchidas com substrato para ancoragem e geralmente são usados perfis na base (por baixo) das bandejas para melhor distribuição de cargas e proteção contra ventos.

Cabe ressaltar que atualmente a combinação de energia solar com coberturas verdes é uma tendência mundial, pois se descobriu que as placas solares tendem a perder produtividade com as altas temperaturas frequentes nas coberturas convencionais, amenizadas quando há a presença de vegetação.” (www.institutocidadejardim.wordpress.com)

Muito empregada nas cidades europeias devido à preocupação com meio ambiente, as células fotovoltaicas já provam que em sua própria residência pode-se gerar a energia necessária para

todos os eletrodomésticos e aquecimento de toda a água utilizada, a poder, em caso de sobra na produção ser vendida como crédito para as empresas geradoras de energia elétrica.

Segundo a Agência Internacional de Energia relatou em 2011:

"O desenvolvimento de tecnologias de fontes de energia solar acessíveis, inesgotáveis e limpas terá enormes benefícios em longo prazo. Ele vai aumentar a segurança energética dos países através da dependência de um recurso endógeno, inesgotável e, principalmente, independente de importação, o que aumentará a sustentabilidade, reduzirá a poluição, reduzirá os custos de mitigação das mudanças climáticas e manterá os preços dos combustíveis fósseis mais baixos. Estas vantagens são globais. Sendo assim, entre os custos adicionais dos incentivos para a implantação precoce dessa tecnologia devem ser considerados investimentos em aprendizagem; que deve ser gasto com sabedoria e precisam ser amplamente compartilhados." (IEA 2011)

Além de ter a possibilidade de uso doméstico existem grandes projetos de criação de usinas de captação onde pode ser gerada energia para sustentar cidades inteiras.



Imagem II.V.II – Sistema fotovoltaico instalado em cobertura verde. (www.solarenergy.com.br)

Para as hortas “indoor”, a energia solar é uma aliada aos gastos com iluminação, servindo também para outros serviços como fornecimento de energia para a climatização e alimentação do sistema de bombeamento da irrigação dos vegetais.

II.VI. HORTAS URBANAS:

As hortas urbanas possuem um histórico iniciado no norte da Europa no final do século XVIII, com a revolução industrial que acarretou num êxodo rural e um grande crescimento populacional.

As crises nos levam a pensar diferente, mudar paradigmas e comportamentos e atender a necessidade crítica da população.

“Com o decorrer da Primeira Guerra Mundial, os governos americano e britânico iniciaram a campanha “Grow your Own”, tendo como objetivo incentivar os seus cidadãos a aumentar a

produção de alimentos. Esta campanha resultou num aumento significativo de hortas urbanas, sendo que, em 1918, passaram a existir mais de 1 milhão de hortas em Inglaterra.” (TEIXEIRA, 2016).



Imagens II.VI.I & II.VI.II - Cartazes alusivos à campanha “Cultivo para o Vitória” - 1939-45.
(www.carrotmuseum.co.uk/dig4victory.htm Apud. TEIXEIRA, 2016)

Não é porque não há o que comer, pois plantamos e colhemos o suficiente para combater a fome no mundo inteiro; mas o problema é que existe um desperdício absurdo nas grandes cidades, bem como o transporte também encarece muito os alimentos. Toneladas e toneladas de alimentos são desperdiçadas todos os dias, justamente porque se compra mais do que se precisa, isso em decorrência da crescente onda de consumismo.

“A agricultura urbana é uma modalidade de agricultura com características próprias, integradas no sistema económico e ecológico urbano. A prática de agricultura em meio urbano difere da rural pelo ambiente em que se insere, podendo abranger uma grande variedade de tipologias, nomeadamente: hortas urbanas; jardins agrícolas; arborização urbana com árvores de fruto; cultivo de quintais agroflorestais; plantação e uso de plantas medicinais e ornamentais; plantação de culturas hortícolas junto a estradas e caminhos; ocupação de lotes urbanos vazios e cultivo em vasos e recipientes de vários tipos nas varandas, em terraços, em pátios, nas caves, nas paredes de estrutura construídas.”
(TEIXEIRA 2016).

Hortas urbanas em solo: Normalmente administrada por cooperativas de moradores locais, são implantadas em terrenos baldios ou pedaços de solo sem ocupação ou até mesmo praças onde há a permissão do governo.

Um exemplo é a horta pedagógica de Guimarães é um espaço agrícola criado em 2008 com a intenção de potenciar a prática de agricultura urbana no concelho.



Imagem II.VI.III – Planta da Horta Pedagógica de Guimarães (www.cm-guimaraes.pt/)

“A Horta Pedagógica de Guimarães foi pensada com a ideia de que o espaço de habitar deve partilhar do equilíbrio com a natureza, tornando esses dois lugares complementares, parte de um mesmo imaginário. Da casa passamos ao espaço de habitar colectivo e da Horta ao continuum naturale de uso público.

A aproximação e confronto destes dois lugares com identidades próprias posiciona-os perante um diálogo permanente com a natureza mais próxima da vida urbana, onde se transporta para a cidade a experiência do campo.

A agricultura peri-urbana e urbana assume assim um papel fulcral de interesse cultural, social, recreativo e económico, na medida em que para além do abastecimento da família se foca na ocupação sadia dos tempos livres.

A Horta Pedagógica e Social de Guimarães é um espaço de domínio público onde se possibilita a melhoria da qualidade de vida das populações e o aumento da experiência prática e sensorial na ligação com a Natureza que se traduz na possibilidade de contacto entre a população e as espécies agrícolas que utilizamos na nossa alimentação, através do seu envolvimento em diversas actividades.

A Horta Pedagógica apresenta um conjunto de actividades de educação ambiental, nomeadamente um espaço dedicado à compostagem, disponibiliza diversos serviços e promove múltiplas iniciativas, nomeadamente para festejar datas comemorativas do calendário rural/ambiental.” (www.cm-guimaraes.pt/)

O planeamento urbano deve estruturar de forma harmonica e funcional as cidades e os espaços verdes, resgatando o cultivo urbano e eliminando os malefícios que a impermeabilização total do solo acarreta, identificando as possibilidades e criando zonas de amortecimento com destino a fins agrícolas e para arborização.

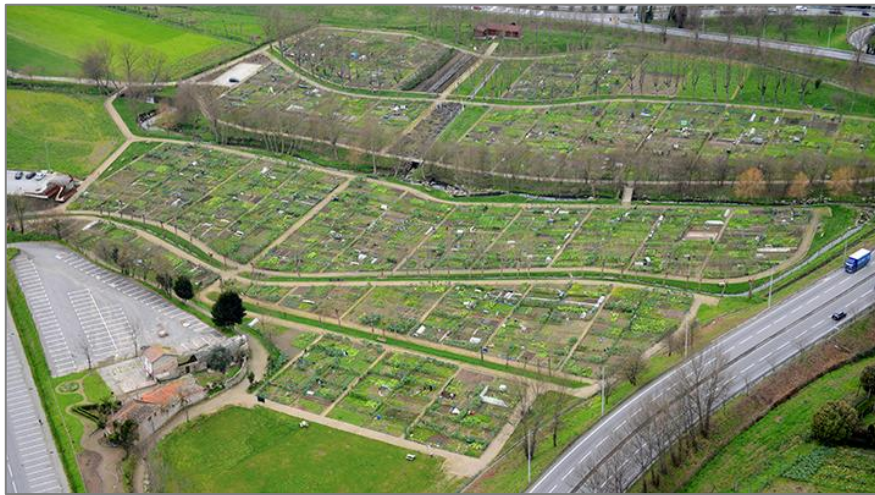


Imagem II.VI.IV – Fotografia da Horta Pedagógica de Guimarães (www.labpaisagem.pt/ambiente-urbano/)

Sendo um fenômeno relativamente novo, porém rapidamente difundido, principalmente por correntes como o veganismo, a horta urbana tem como seu principal objetivo a facilidade na distribuição dos alimentos nas cidades, diminuir o consumo de agrotóxicos, contribuir para a sustentabilidade e promover o lema “consumo biológico, fresco e produzido localmente”, evitando assim também o desperdício.

“Em Portugal, apesar de as hortas urbanas ainda não terem uma expressão muito abrangente, existem desde a década de 1960 e uma das figuras que tem vindo a insistir na importância das Hortas Urbanas é o arquiteto paisagista Gonçalo Ribeiro Telles (arquiteto paisagista, ecologista e político português, criador das zonas protegidas da Reserva Agrícola Nacional, da Reserva Ecológica Nacional e as bases do Plano Diretor Municipal). Este defende a integração da ruralidade no interior da cidade, sobretudo por razões históricas e culturais, defendendo até que foi a partir da agricultura que a cidade nasceu.”

“O distrito do Porto foi o primeiro distrito a apostar na experiência das hortas em Portugal, tendo atualmente 29 hortas. As duas primeiras hortas a serem criadas datam de 2004, uma delas na Maia e outra na Póvoa do Varzim. De 2004 em diante, todos os anos, novas hortas foram construídas por toda a área metropolitana do Porto. A concretização de muitas destas iniciativas deve-se ao projeto “Horta à Porta” desenvolvido em 2003 pela LIPOR - Empresa de Gestão, tratamento e valorização de resíduos orgânicos.” (TEIXEIRA, 2016)

Realizando uma coesão de informações lidas em sites como: www.ecoeficientes.com.br, arquidicas.com, e www.embrapa.br, os principais benefícios do cultivo de hortas urbanas são:

- *Aumento da produtividade: O rendimento da produção das fazendas verticais é de 5 a 10 vezes maior por metro quadrado, comparado aos métodos tradicionais de cultivo e se for hidropônica o consumo de água cai cerca de 80%;*
- *Alimentos mais saborosos. Os vegetais são cultivados em solos especiais, que contribuem para o sabor dos legumes, ideal para salteados e sopas. Os vegetais são colhidos todos os dias e quase imediatamente são entregues às lojas de varejo para os consumidores garantindo o frescor e a qualidade do alimento;*
- *Produção durante todo o ano: Como as estruturas das explorações verticais estão em estufas protegidas do ar externo, as hortalças são cultivadas em ambiente controlado e protegido de pragas, vento e inundações;*
- *Colheita consistente e confiável. O crescimento e a colheita dos legumes frescos são garantidos, por serem cultivados em um ambiente controlado;*

- *Reutilização da matéria orgânica descartada na própria cidade, usando da compostagem para produção de adubo, reduzindo assim também o descarte de lixo nos aterros e lixões;*
- *Fácil de instalar e de fácil manutenção. Os sistemas disponibilizados são modulares, permitindo a instalação rápida e fácil manutenção;*
- *Melhor ergonomia e automação. O sistema rotativo permite serem imediatamente ajustados para uma colheita fácil. Automação na fazenda vertical significa que os trabalhadores são mais produtivos por tonelada de hortaliças produzidas;*
- *Economia de espaço. O sistema de cultivo vertical ocupa pouco espaço, mas ainda pode produzir mais por metro quadrado do que fazendas tradicionais. Ele ainda pode ser personalizado para atender às necessidades das culturas e ambientes com condições variáveis;*
- *Por trazer o consumo sustentável para dentro dos centros urbanos, viabilizam a extinção de parte das grandes fazendas, permitindo reflorestamento de áreas degradadas;*
- *Geram empregos locais.*

Porém nem tudo são vantagens. Existe a preocupação quanto a qualidade do alimento produzido em locais contendo poluição no ar, solo e água, principalmente relativa à presença de altas concentrações de metais pesados como o Cádmio, Chumbo e Zinco e seus riscos para a saúde pública do consumidor.

Em artigo “Viabilidade ambiental de hortas urbanas: o caso de Braga, Portugal.” realizado por: PINTO, 2008 pode ser verificado ensaios relativos a uma espécie de alface, realizados em 8 pontos de amostragem (cinco dentro do perímetro urbano da cidade de Braga e em área de forte incidência viária, e três hortas não urbanas), proporcionando o resultado abaixo:

*“Os resultados analíticos obtidos para as amostras de alfaces e de solos revelaram a existência de várias concentrações acima do limite para o Cádmio, o Chumbo e o Zinco, quer nas hortas urbanas quer nas hortas não urbanas. Verificou-se que nas hortas urbanas os valores obtidos são substancialmente mais elevados do que nas hortas não urbanas
Constatou-se ainda a possível translocação daqueles metais entre o solo e a alface, no âmbito das interrelações estabelecidas no sistema solo-planta.” (PINTO, 2008)*

Tendo em vista isso, acabam por inviabilizar as hortas urbanas sobre solo em áreas com grande fluxo viário como uma alternativa para Braga, e propoe ao longo dos anos posteriores, diversas outras práticas de recuperação ambiental do local para:

“Melhorar a qualidade ambiental urbana, procurando contribuir para a promoção da educação ambiental e da saúde pública, na lógica do desenvolvimento sustentável que se pretende para a cidade de Braga. neste local.” (PINTO, 2008)

Para o caso acima, a alternativa de horta urbana a ser proposta seria uma estufa ou “greenhouse” sobre as coberturas com a utilização de hidroponia com um sistema de filtragem, onde o ambiente e a irrigação são limpos e controlados, se fazendo uma prática viável em termos de segurança para a produção alimentar em Braga e cidades com as mesmas particularidades em Portugal.

Aliás, Braga possui um amplo potencial quanto a implantação de hortas urbanas como o Braga Parque onde já existem painéis solares, o MAKRO, Minho Center, Leroy, dentre outros.

Como já citado anteriormente e de conhecimento dos projectistas, cabe analisar o meio, a forma e a função do edifício, a evitar as variáveis negativas e aplicar somente as técnicas favoráveis às características do projeto em si.

Cabe ressaltar, que não é a intenção deste trabalho alegar que as hortas urbanas são a salvação do meio ambiente, mas um dos componentes que trazem benefícios para a sustentabilidade.

Desta forma, seguem as diversas formas e modelos existentes de hortas urbanas para aplicação caso a caso, de acordo com a necessidade pontual:

“Homegrows:” são módulos de criação de vegetação internas ou “indoor” que viabilizam a criação de alimentos no interior da edificação, em qualquer condição climática, 365 dias por ano, uma vez que possuem controle na iluminação, humidade e adição de nutrientes.

Chegam a ser “capazes de produzir verduras 2,5 vezes mais rápido” (www.thegreenpost.com) com o uso de hidroponia ou sistema de irrigação por gotejamento, geralmente automatizado, a poder ser monitorado e controlado por aplicativos de telemóveis ou outros “Gadgets”.

Permitido ou não pela lei, este sistema também é muito utilizado para a produção de Cannabis Sativae por seus usuários.

Podem também ser decorativos ou introduzidos em armários, ocupando quartos, containers como pela empresa australiana Urban Green Farms, uso de trailers (Food-Truck produtivo) e até mesmo grandes galpões, como a companhia americana Aerofarms.

Acaba por possuir um limiar tênue sobre o que seria “homegrows” e o que seria a produção de alimentos em estufas, mas o entendimento deste é que os “homegrows” utilizam 100% de iluminação artificial.

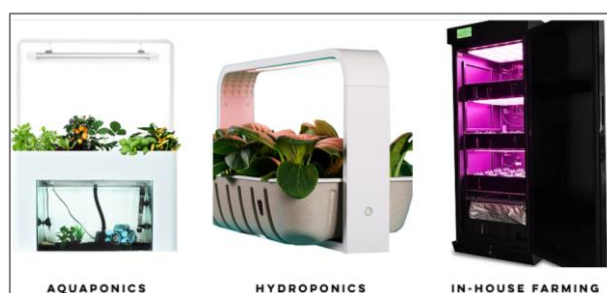


Imagem II.VI.V – Fotografia de modelos de “homegrows” (www.urbangreenfarms.com.au/)



Imagens II.VI.VI & II.VI.VII – Fotografia de horta urbana indoor (<https://www.urbangreenfarms.com.au/>) e homegrows em formato comercial para residências e empresas (<http://www.vfarmhg.com>).

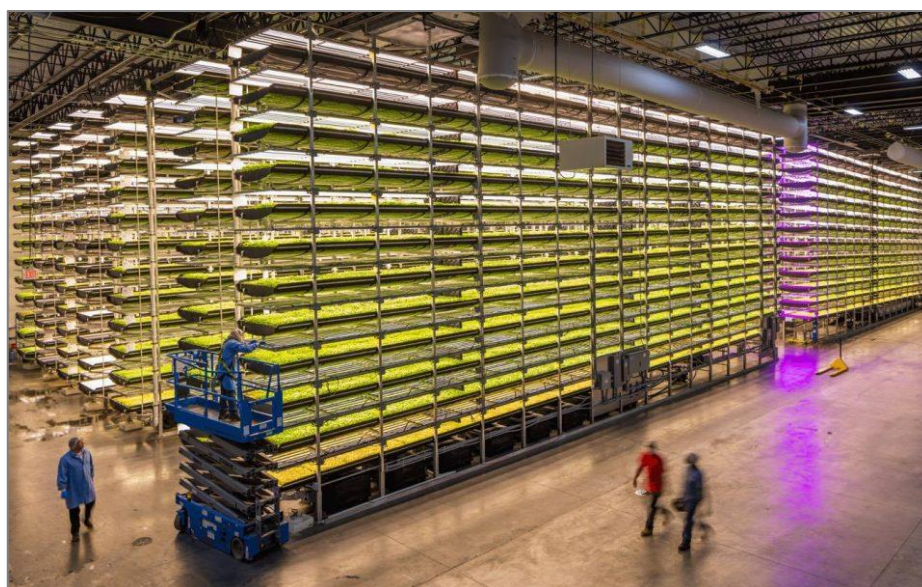


Imagem II.VI.VIII – Fotografia de fazenda urbana indoor (www.aerofarms.com)

Acima podemos ver uma das empresas do ramo de produção hidroponica e vertical de alimentos indoor, a Aerofarm, utilizando do princípio do “homegrow” em escala industrial.

Segundo a própria empresa, sua missão é “transformar a agricultura, construindo e operando fazendas ambientalmente responsáveis em todo o mundo, para permitir a produção local em grande escala e nutrir nossas comunidades com alimentos seguros, nutritivos e deliciosos.”

Por optar pela hidroponia, a empresa Aerofarm indica que utiliza 95% menos água que fazendas tradicionais e devido à otimização da iluminação, humidade e nutrientes, consegue cultivar 390 vezes mais por metro quadrado.

Hidroponia: Este sistema pode ser utilizado internamente ou no exterior da edificação e trata-se de um sistema de cultivo que dispensa o uso do solo, com dois principais benefícios: o aumento

da produção das plantas por metro quadrado, e a redução do desperdício de água que permearia no solo.

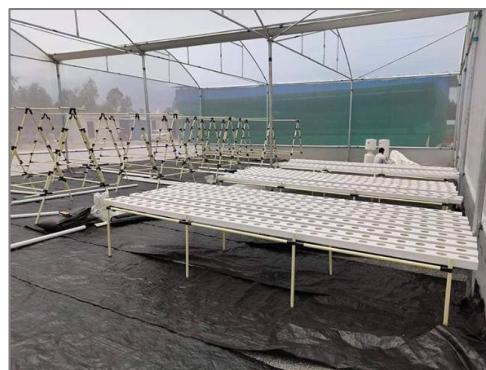


Imagem II.VI.IX, II.VI.X, II.VI.XI & II.VI.XII – Construção e cultivo em sistema hidropônico (www.tedswood.com)

A maior produtividade é graças ao controle de temperatura, luminosidade, aeração e humidade da produção, gera economia de água e fertilizantes, atinge uma qualidade superior dos alimentos o que resulta em mais lucros, reduz a mão de obra, reduz o uso de defensivos agrícolas e não polui os recursos hídricos, visto a reutilização da água.

A hidroponia pode possuir configuração horizontal (produzindo sobre o leito d'água) ou vertical, onde a ocupação e produtividade são ainda maiores na mesma área.



Imagens II.VI.XIII & II.VI.XIV – Criação de alfaces em hidroponia vertical (www.therealfarmer.com)

Resultam em vegetais desenvolvidos com poucas perdas e isentos de pragas, o que fez com que a atividade se tornasse bastante atraente.

Conforme a forma de circulação da solução nutritiva no sistema, a hidroponia pode ser classificada em:

1. sistema aberto: onde a solução nutritiva não volta ao reservatório, pois é dispensada logo após irrigar as plantas;
2. sistemas fechados ou circulantes: a solução é bombeada para os canais de cultivo e, após irrigar os vegetais, retorna para o reservatório.

Existe também uma classificação conforme o número de fases:

1. Duas fases: uma delas é líquida (composta por água e nutrientes) e a outra é gasosa, que consiste no ar misturado à solução por turbilhonamento em um sistema fechado;
2. Três fases: além da fase líquida e gasosa, há a sólida, formada por um substrato inerte, orgânico ou mineral, que facilita a ancoragem de plantas de porte maior. Pode haver areia, lã mineral, turfa, cascalho, argila expandida, vermiculita ou espumas sintéticas.

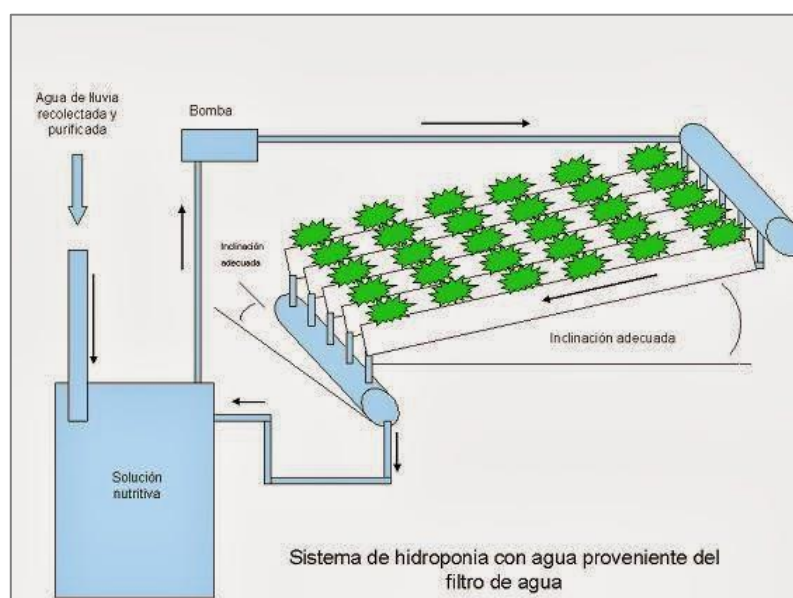


Imagem II.VI.VII – Desenho esquemático do funcionamento da hidroponia (<http://www.ecoeficientes.com.br/>)

Aquaponia: Trata-se de um sistema de cultivo alternativo criado para maximizar o uso da água, onde peixes liberam seus dejetos na água servindo de nutrientes para as plantas e estas por sua vez, limpam a água que retornam para os peixes.

É a base da Permacultura, pois é um sistema que resolve um problema da piscicultura solucionando um problema da hidroponia.

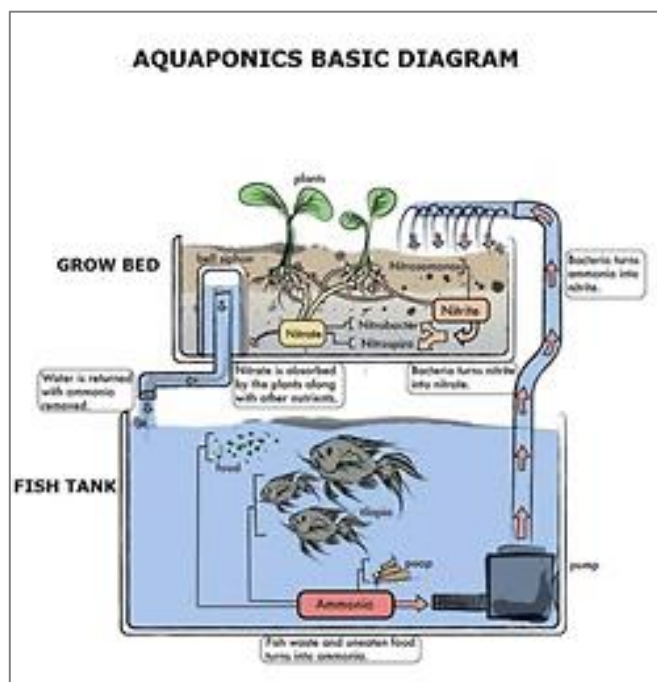


Imagem II.VI.VIII – Desenho esquemático de aquaponia indoor (<http://www.tedswood.com>)

Vasos e jardins internos: Permitem além da produção de alimentos e temperos, a geração de benefícios para a qualidade do ar, estética e conforto ambiental da unidade habitacional ou espaço comercial. Ter um jardim interno em casa ou no trabalho auxilia na decoração de ambientes e qualidade de vida para todos!

Além de tornar o ambiente mais bonito e bem decorado, um jardim em casa ou no trabalho traz benefícios à rotina pessoal. Abaixo, contamos os principais benefícios de cuidar dele em ambientes:

- Plantas filtram o ar puro;
- Decoração natural;
- Conforto higrotérmico;
- Alimentação.



Imagens II.VI.IX, II.VI.X – Conceitos de horta urbana e espécies de plantas que filtram o ar (www.startagro.agr.br)

III.I. O USO DAS COBERTURAS E FACHADAS:

A busca pelo abrigo das intempéries e de predadores levou nossos ancestrais ao longo dos tempos a ocupar abrigos como cavernas e ao deixar de ser nômade, surge a casa.

Elemento fundamental para a vida humana, o lar, além da função da proteção, estrutura todo um sistema de relações entre indivíduos e novos conceitos. Assim como a agricultura, a constituição da habitação seguiu uma radical evolução: da terra e pedra para a madeira e continuando para o betão, o aço e além.

“A história das fachadas passa inevitavelmente pela história das suas aberturas, ou seja, das portas e janelas. Durante o Neolítico, na Ásia Menor, começaram a desenvolver-se povoações, como Catal Hüyük (6700-5700a.C.) constituídas por casas enterradas ligadas entre si, de tal forma que as coberturas constituíam um pavimento contínuo, desde o qual se acedia ao interior das habitações, através de aberturas, que serviam também para iluminação e ventilação, misturando assim as funções de porta e lanternim. Complementarmente aparecem também umas pequenas janelas altas nas paredes, solução que se repete nos templos da época mesobabilônica (cerca de 1.500a.C.), como no Palácio Kurigalzu (Peraza Sánchez 2000). A casa Suméria (2870 a 2370a.C.) é constituída por compartimentos rectangulares, em redor de um pátio, com uma abertura no tecto, por onde penetra a luz e o ar, e onde a única ligação à rua se faz por uma porta.” (MENDONÇA, 2005).

A origem das coberturas verdes, segundo inúmeras publicações, surge na antiga Mesopotâmia, atual Iraque, por volta do século 6a.C. onde tais construções que comportavam jardins suspensos se chamavam Zigurates e o mais famoso era o “Etemenanki” conhecido também como Templo de Apolo, na Babilônia, que tinha 91 metros de altura e uma base de 91m x 91m.

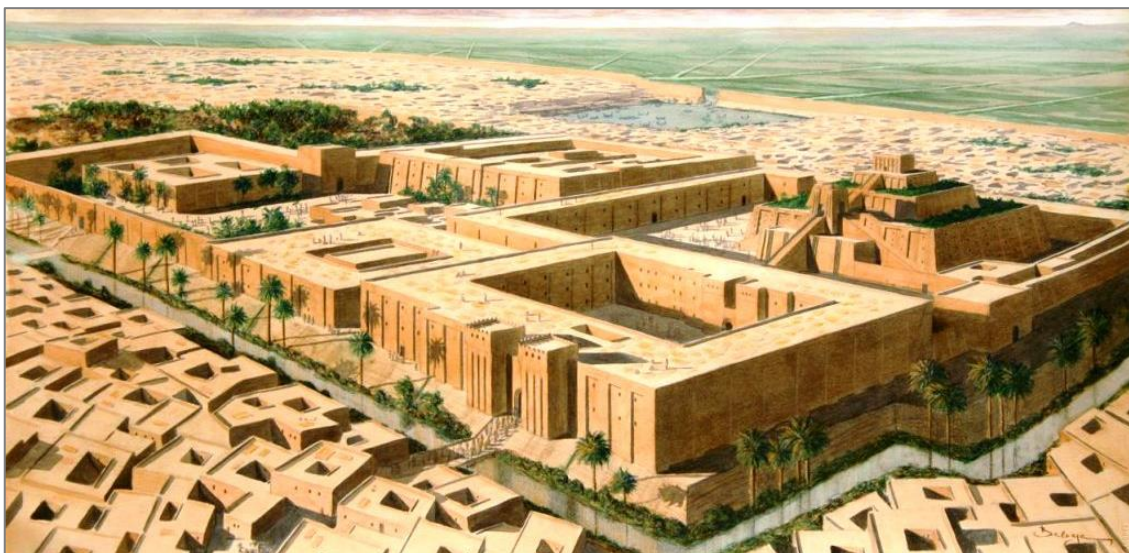


Imagem II.I.I. – Representação do “TEMPLO DE APOLO”.

Uma das sete maravilhas do mundo antigo, os Jardins Suspensos da Babilônia, talvez seja o primeiro exemplo documentado de cobertura de edificações onde foi aplicada a vegetação incorporada a arquitetura de forma a aumentar sua beleza estética. Projetados pelo Rei Nabucodonosor como um presente para sua esposa, que sentia saudades dos campos verdes de sua terra natal.



Imagens II.1.II— Esquemático dos "JARDINS SUSPENSOS DA BABILÔNIA." (<http://2.bp.blogspot.com>).

O geógrafo grego “*Strabo*”, que descreveu os jardins no primeiro século antes da nossa era, escreveu:

"Eles consistem em terraços superpostos, erguidos sobre pilares em forma de cubo. Estes pilares são ocos e preenchidos com terra para que ali sejam plantadas as árvores de maior porte. Os pilares e terraços são construídos de tijolos cozidos e asfalto. A subida até o andar mais elevado era feita por escadas, e na lateral, estavam os motores de água, que sem cessar levavam a água do rio Eufrates até os Jardins." (www.angelfire.com/me/babiloniabrasil/jardinsus.html)

A região da Babilônia não possui índices pluviométricos abundantes e desta forma, para os jardins sobreviverem, provavelmente possuíam um sistema de irrigação que utilizava as águas do rio Eufrates, localizado nas proximidades. Provavelmente a água deveria ser elevada de forma a fluir através dos terraços, irrigando a vegetação de cada pavimento, ou seja, executada por meio de um sistema de bombeamento por corrente.

Outro ponto longínquo da utilização das coberturas verdes usava uma camada de grama na cobertura, colocada sobre madeiras inclinadas com origem na Islândia e Escandinávia (século XIX) onde geralmente suas construções eram compostas por pedra (MAGNUSSON, 1987 Apud. GREENROOFS, 2010).

Atualmente ainda é possível ver construções intactas ou revitalizadas em toda a região da dorsal mesoatlântica, onde podemos conferir coberturas preenchidas com turfa e a estrutura a conter paredes de pedra usando terra e grama para manter o calor dentro das construções.



Imagem II.I.IV, II.I.V, II.I.VI - Coberturas verdes em vilarejo localizados nas Ilhas Faroés. (www.midiaturis.com.br)

A imagem II.I.VI mostra uma igreja criada em 1834 na Islândia (Igreja de Vidimyri) preservada como monumento histórico, ainda em funcionamento. Este tipo de coberturas, conhecidos como “sod roofs”, ainda hoje são comuns em habitações rurais.



Imagem II.I.VI. - Cobertura verde na Igreja de Vidimyri na Islândia (Turf House) Islândia (www.ecotelhado.com)

Vasto é o histórico sobre as construções antigas e suas tecnologias, desde o uso da terra, pedra, da taipa de pilão, até o surgimento dos tijolos e consequentemente o uso do aço nas edificações modernas, mas este histórico já possui ampla divulgação em estudos e não caberia neste.

Até metade do século XX, a prática construtiva das coberturas verdes era considerada por muitos como uma prática artesanal ou vernacular, mas esta mentalidade tem mudado radicalmente.

As coberturas verdes contemporâneas foram ressuscitadas na Alemanha na década de 1960 na procura pela redução dos problemas associados à impermeabilização das coberturas e das cidades, tais como poluição da água e inundações localizadas.

No entanto, na década de 1960, as crescentes preocupações com a degradação da qualidade de vida do ambiente urbano, o aumento da população e a rápida redução das áreas verdes nas cidades, impulsionou o interesse na aplicação das coberturas verdes principalmente nos países mais desenvolvidos do Norte da Europa a ser aplicada como uma “solução sustentável”.

Foram surgindo novas pesquisas acerca da tecnologia dos diferentes componentes das coberturas com vegetação, inclusive estudos sobre agentes inibidores de raízes, membranas impermeabilizantes, materiais drenantes, solos de peso leve e espécies de plantas.

Durante os anos 80, ocorreu um rápido desenvolvimento das coberturas verdes no mercado europeu. Este crescimento foi estimulado por leis municipais, estaduais e federais que subsidiavam o metro quadrado de cobertura verde a ser construída.

Durante os anos 90, muitos fabricantes europeus de coberturas verdes começaram a visar outros mercados, tais como os Estados Unidos da América, Canadá, Brasil e Austrália. No entanto, ainda havia dificuldade de venda no produto, pois as informações sobre o desempenho técnico do sistema e exemplos não estavam amplamente divulgadas, especialmente em um ambiente cultural e político em que muitos indivíduos não tinham interesse em investir em tecnologias verdes.

Alguns exemplos marcantes deste período de propagação da tecnologia gerando o desenvolvimento de coberturas verdes pelo mundo aconteceu na cidade de Chicago, que possui atualmente a maior área de coberturas verdes dos EUA, o “Millennium Park” com 24,5 acres tem espaços para desempenho, arte, escultura, arquitetura e paisagismo, e foi feito na recuperação de um pátio de manobra de trens. O parque conta com espaços criados por arquitetos renomados como Gustafson Guthrie Nichol, Piet Oudolf, Frank Gehry e Renzo Piano, prestando homenagem ao atual lema da cidade, “Urbs in Horto” (Cidade em um jardim). A transformação de Chicago ocorreu como consequência de uma onda de calor no ano de 1995 quando as

temperaturas chegaram aos inacreditáveis 52°C / 125,6°F [(52 °C × 9/5) + 32 = 125,6 °F] culminando na morte de 750 pessoas em apenas cinco dias. (<https://www.chicago.gov> - 2020).



Imagem II.I.VII. – “Millennium Park” - Chicago (www.ugreen.com.br/)

Atualmente o custo aproximado de uma cobertura verde nos EUA diminuiu de cerca de US\$75,00/m² para US\$45,00/m², além de existir uma facilidade na manutenção já que a prática é bem difundida. (<https://www.ugreen.com.br/> - 2020)

No mesmo sítio, traz o exemplo da fábrica da Ford, localizada em Detroit (EUA), a qual uma enchente atingiu no começo do século. Sua grande área impermeabilizada com cerca de 150.000m², alagava e poluía constantemente o rio da região e criando problemas com a agência de proteção ambiental. Como solução foi instalada uma cobertura verde para a contenção das águas pluvial. O custo foi alto, em torno de US\$24,00/m², mas gerou uma economia de cerca de US\$30 milhões em multas que seriam aplicadas, beneficiando consideravelmente o caixa da empresa.

A globalização e o fácil acesso a informação, difundiram as vantagens do uso das coberturas verdes, a mudar um paradigma de desvantagens ligadas a infiltrações.

Cabe ressaltar que nem toda a cobertura verde é realmente verde, pois existem práticas que também ajudam a evitar as ilhas de calor ou enchentes, mas não usam vegetação, como por exemplo a aplicação de argila expandida sobre a cobertura.

A atuação no conforto térmico seja nos ambientes frios ou de calor, a redução das ilhas de calor nos grandes centros, a diminuição dos ruídos internos e externos, a criação de um espaço lúdico

onde as pessoas podem usufruir nos momentos de lazer, a melhoria da qualidade do ar, locais onde as espécies da fauna (insectos, pássaros, dentre outras) podem utilizar como pouso até chegar a seus locais de permanência e no caso das hortas urbanas, contribuírem para a diminuição de parte das emissões ligadas ao transporte dos produtos alimentícios, além de permitir a criação de empregos e a criação do próprio alimento fresco e orgânico.

III.II. COBERTURAS VERDES:

As coberturas são um dos principais detalhes de um projeto de uma casa ou edificação e podem ser comportos por águas (devido a inclinações por onde escorrem as águas da chuva) ou por lajes.

Os acabamentos das coberturas podem ser de vários tipos:

- Coberturas convencionais (Lajetas, telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, chapas metálicas...);
- Piscinas e espelhos de água;
- Coberturas verdes;

A definição moderna da cobertura verde é uma cobertura parcial ou completamente ocupada por vegetação, plantada sobre um sistema de membrana impermeável com proteção mecânica que por sua vez possui um sistema de drenagem que pode absorver água para permitir que as plantas cresçam, mas impedindo qualquer excesso controlando para que a cobertura nunca fique encharcada.

A vegetação é então adicionada no topo e cresce normalmente sobre substrato para produzir um tapete de plantas que cobrem o topo da construção.



Imagem III.II. I, III.II.II e III.II.III. - Cobertura verde do Jardim de Infância Pajarito La Aurora – Colômbia – projeto elaborado por Planb arquitetos (www.planbarq.com)

A adição de vegetação tem como função abaixar a temperatura e o fluxo da água, reduzindo a quantidade de estresse exercida nos sistemas de drenagem de uma cidade. As camadas de vegetação, substrato e filtro também removem poluentes da água, o que significa que água mais limpa atinge o possível reúso ou os sistemas de águas pluviais da cidade.

À medida que a pesquisa continuava, a tecnologia desenvolveu e formou dois tipos principais de coberturas verdes: intensiva e extensiva, a haver também um modelo intermediário.

Conforme estudo realizado em Portland, painéis solares agregados à cobertura verde podem aumentar sua eficiência em até 16%, pois foi descoberto que existem condutores que operam melhor em ambientes frescos. Neste caso há a necessidade do cuidado com o ancoramento das placas para não danificar ou furar a membrana impermeabilizante. Para maiores benefícios as coberturas podem ainda ser combinadas com sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais. (<https://www.ugreen.com.br>)



Imagem III.II.IV - Placas solares combinadas a cobertura verde (www.solarenergy.com.br/)

Em locais com índices pluviométricos altos e grande capacidade de armazenamento é possível utilizar somente a água captada na cobertura e água de reúso para a irrigação e para os usos não potáveis da edificação, mas isto depende do local onde será o edifício.

Igualmente é pretendido tratar sobre a utilização da automação capaz de atuar na gestão da captação e uso de energia solar e/ou eólica para alimentação elétrica na compostagem de lixo orgânico e criação de animais (peixes, galinhas, codornas, patos, abelhas...) na fertilização, sobre a vegetação locada na cobertura.



Imagens III.II.V, III.II.VI e II.II.VII – Possibilidade de criação de espécies animais em coberturas verdes (Fonte: www.aquaponicsdesigncourse.org e www.brooklyngrange.com)

Este estudo buscou uma descrição simples sobre as formas de fazer um prédio sustentável, uma maneira de criar ou adaptar uma edificação para ser subsistente capaz de produzir o que necessita e consome.

No entanto, muitas vezes é encontrada uma dificuldade de entendimento dessa estratégia para o cidadão comum, que procura apenas conhecer a viabilidade dessa solução para sua casa ou edifício.

Desta forma é esperado preparar um trabalho onde seja possível aplicar a experiência com a arquitetura, com o meio ambiente e com produção de alimentos e contribuir positivamente com um estudo voltado para a sustentabilidade do planeta e para o bem das futuras gerações, e contribuindo para a difusão desta idéia para outros profissionais.

Os benefícios das coberturas e fachadas verdes podem ser classificados em três categorias:

- Benefícios Econômicos;
- Benefícios Ambientais;
- Benefícios Sociais;

Contudo, é de certa forma restritiva enquadrar certos benefícios em apenas uma destas categorias, pois como exemplo: uma espécie animal em viagem migratória, que possuía local, atualmente desmatado, para descansar durante seu trajeto, volta a tê-lo se nesta área é instalada uma cobertura verde.

Isto normalmente em uma análise rápida poderia ser classificado como somente benefício ambiental, mas isto também pode trazer vantagens socio-educativas e muitas vezes valores econômicos à localidade como regido pelo turismo.

Mediante ao exposto, espero detalhar as principais vantagens das coberturas e fachadas verdes:

- Diminuição das ilhas de calor, pois através do ciclo diário de orvalho e evaporação, as plantas em superfícies verticais e horizontais conseguem resfriar as cidades durante os meses quentes do verão. Caso contrário, a insolação insidida na vegetação convertiria-se em energia térmica absorvida diretamente pela estrutura.

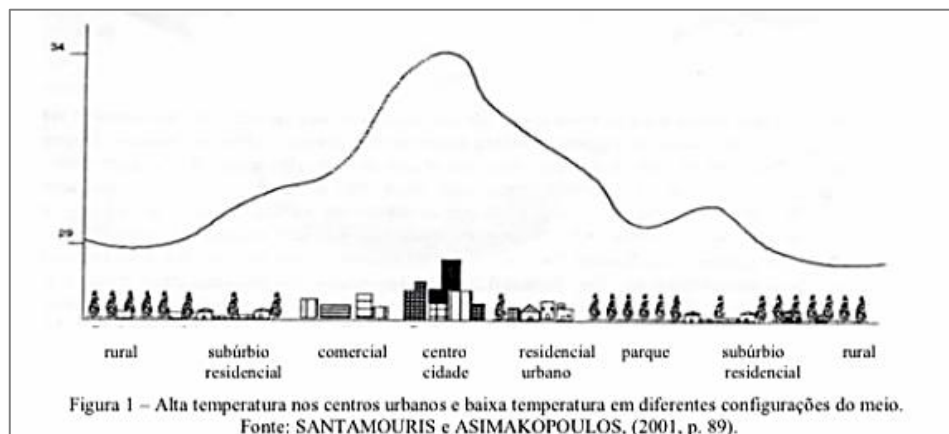


Imagem III.II.VIII – Diferenças de temperaturas devido a ocupação e uso (MORELLI 2009 Apud. http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/257754/1/Morelli_DeniseDamasdeOliveira_M.pdf).

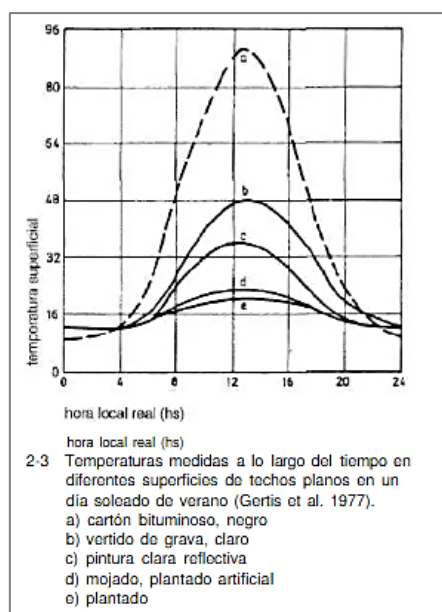


Imagem III.II.IX – Diferenças de temperaturas aferidas em diversos tipos de coberturas apresentadas em estudo de MINKE, 2005, (Fonte: <https://www.academia.edu>).

- A utilização de plantas nas coberturas podem ajudar a reduzir a distribuição de poeira e material particulado, como descrito no artigo de JANHÄLL (2013) – “Review of urban vegetatio and particle air pollution – Deposition and dispersion” e como demonstrado em estudo comparativo realizado por COHEN, POTCHTER & SCHNELL (2009) em “The impact of an urban park on air pollution and noise levels in the Mediterranean city os

Tel-Aviv, Israel” onde pode ser verificada a diferença nos índices de Óxido de Nitrogênio, Gás Carbônico e de PM10 na atmosfera de três localidades diferentes e sua redução nos locais mais arborizados da pesquisa, atuando inclusive na saúde e bem estar das pessoas locais. (www.elsevier.com/locate/atmosenv).

Em estudo realizado para quantificar a poluição do ar pelas coberturas da Cidade de Chicago”mostrou que um total de 1.675Kg de poluentes do ar foram removidos por 19,8ha de coberturas verdes, em um ano, com O₃ a corresponder a 52% do total e NO₂ (27%), PM10 (14%) e SO₂ (7%), a contribuir para a saúde de muitos cidadãos e evitar altos custos médicos com questões respiratórias, cardíacas e relacionadas a mortalidade intra-uterina e infantil.” (YANG et al.2008)

Algumas plantas têm grande capacidade de filtrar particulados e remover resíduos tóxicos como formaldeídos e benzeno do ar como as samambaias (*Nephrolepis*), Palmeiras (*Areca*), Jibóias (*Epipremnum aureum*), Ficus (*Ficus benjamina*), Espada de São Jorge e de Santa Barbara dentre outras.



Imagem III.II.X, III.II.XI e III.II.XII – Imagens de Ficus, Jibóia e Samambaia. (www.br.newsner.com)

- “Regular a drenagem de águas pluviais, realizando, além disto, a filtragem, pois nas coberturas verdes, a água é armazenada pelo substrato e depois absorvida pelas plantas, de onde é devolvida à atmosfera por transpiração e evaporação. Considera-se que no verão, as coberturas verdes podem reter entre 70-90% da precipitação que cai sobre eles e no inverno, as coberturas verdes podem reter entre 25-40% da precipitação que cai sobre elas.” (SILVA, 2018).
- Criar e preservar habitats para fauna e flora, pois coberturas verdes podem sustentar uma variedade de plantas e insetos e fornecer habitat para várias espécies de aves. Ao atuar como um trampolim para a migração de aves, elas podem vincular espécies que, de outra forma, seriam fragmentadas.

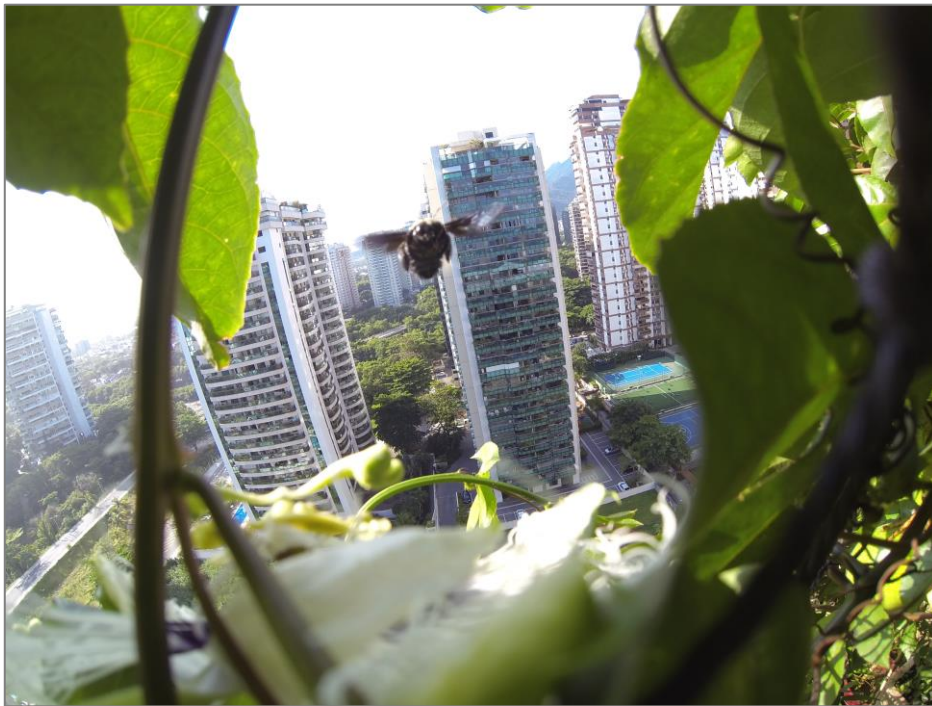


Imagem III.II.XIII – Abelha Magangava polinizando flor de maracujá em fachada verde– Fotografia própria.

- Atuar diretamente no conforto térmico e no resfriamento da edificação, o que deve ser estudado caso a caso, pois as coberturas são a parte da edificação onde há a maior perda de calor no inverno e mais ganhos no verão. Conforme, pesquisa publicada pelo Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá descobriu-se que uma cobertura verde reduzia a demanda diária de energia por ar condicionado no verão em cerca de 75% (LIU, 2003);
- As coberturas verdes são capazes de reduzir a penetração da radiação eletromagnética em 99,4% (HERMAN, 2003).
- As coberturas verdes apresentam excelente atenuação de ruído, especialmente para sons de baixa frequência. Um manto verde extensivo pode reduzir o som do lado de fora em 40 decibéis, enquanto a prática intensiva pode reduzir o som de 46 a 50 decibéis (PECK et al, 1999).
- São atrativas e podem ser usufruídas pelos habitantes, além de ajudar a alcançar os princípios do crescimento inteligente e afetar positivamente o ambiente urbano, aumentando a comodidade e o espaço verde e reduzindo a resistência da comunidade a projetos de preenchimento. As coberturas verdes podem servir para várias funções e usos, incluindo:

1. Hortas comunitárias, para produção local de alimentos ou cooperativas, o que pode servir como uma fonte de empoderamento da comunidade, aumentar sua autoconfiança e melhorar os níveis de nutrição dos habitantes. O uso de coberturas verdes como local de um projeto de agricultura urbana pode reduzir a pegada de uma comunidade através da criação de um sistema alimentar local;
 2. Espaços comerciais como pavilhões de exposições, terraços de restaurantes, supermercados, shoppings e estacionamentos;
 3. Espaço de lazer e educação como, por exemplo: quadras de futebol, prática de Yoga e Tai chi chuan, espaços lúdicos, parques infantis e instalações educacionais acessíveis para ensinar estudantes e visitantes sobre ecologia, biologia, tecnologias das coberturas verdes e seus benefícios.
- Retardam o desgaste da impermeabilização das lajes dos edifícios, pois diminuem os trabalhos nos materiais resultantes das variações de temperatura na superfície, que podem causar radiação micro-rasgável e ultravioleta.
 - Geração de empregos, relacionados à fabricação, crescimento de plantas, design, planejamento, instalação e manutenção dos “Green Roofs”, bem como nos casos de hortas urbanas os profissionais relacionados ao plantio, desenvolvimento, colheita e venda dos alimentos.
 - As coberturas verdes têm uma carga de calor de queima muito menor (o calor gerado quando uma substância queima) do que as coberturas convencionais (Koehler, 2004), mas todos os casos devem ser estudados e os sistemas de combate a incêndio devem ser instalados, principalmente em locais onde haja secas sazonais. Devem seguir normas dos locais onde implantados (Ex: Normas ANSI/SPRI RP-14 Wind Design Standard for Vegetative Roofing Systems e ANSI/SPRI VF-1 External Fire Design Standard for Vegetative Roofs).
 - Aumentar as oportunidades de investimento e a valorização dos imóveis, pois o esverdeamento urbano é promovido há muito tempo como uma estratégia de marketing eficaz para embelezar o ambiente construído e aumentar o valor dos

imóveis. Eles são considerados um símbolo do movimento sustentável na construção e podem atuar como um atrativo para os interessados nos múltiplos benefícios oferecidos pelas coberturas verdes.

Suas desvantagens principais são:

- Maior custo inicial;
- Mais energia empregada na fabricação e implantação;
- É sujeita a patologias no sistema de impermeabilização, de proteção mecânica e de isolamento térmico caso seja mal projetada, mal instalada ou mal utilizada;
- Ainda existe a falta de expertise no mercado voltado para classe média e pobre;
- Manutenção periódica com a jardinagem, irrigação, adubação, podas e limpeza;
- Obstrução do sistema de filtragem / drenagem;
- Possibilidade de instalação de pragas, fungos e vetores;
- Necessita cuidados quanto à queda de árvores originadas por ação de vento e ancoragem insuficiente da vegetação, bem como queda de frutos;
- Para coberturas onde haja a circulação de pessoas, devem-se seguir normas de segurança de trabalho em altura e anti-quadas, como uso de cintos e talabartes, rotas de fuga e prevenção contra incêndios, principalmente nas coberturas verdes intensivas.

De acordo com os requerimentos da vegetação, as suas ações de manutenção encontram-se divididas em três fases (Silva, Flores-Colen e Coelho, 2015, Apud, LEAL, 2019):

- Fase da pós-implantação: esta fase ocorre no primeiro e/ou segundo ano;
- Fase de desenvolvimento: no segundo e terceiro ano, até a vegetação cobrir 90% da área da cobertura;
- Fase de manutenção: desde o terceiro ou quarto ano.

Atentando novamente que cada projeto possui características únicas e que podem diferir amplamente dos outros por inúmeros fatores, em relação a estimativa de custos de implantação de uma cobertura verde tradicional, pode-se tomar conhecimento dos valores de acordo com a compilação de informações bibliográficas realizado por LEAL em tabela abaixo:

País	Custo (€/m ²)		Referência bibliográfica
	Cobertura extensiva	Cobertura intensiva	
Canadá	115-145	477	Feng e Hewage (2018)
Singapura	35-57		Feng e Hewage (2018)
China	42-67		Feng e Hewage (2018)
Alemanha	13-40		Feng e Hewage (2018)
Hong Kong	45-113	113-563	Hui (2010)
Brasil	23-34		Ugreen (2018)
França	70-100	300	Maison en travaux (2017)
Reino Unido	112	168	The Renewable Energy Ub (2018)

Imagem III.II.XIV – Tabela com comparativo de valor de uma cobertura verde por m² (LEAL, 2019)

Além das características de projeto citada, o país de implantação da cobertura ou fachada verde pode variar significativamente, seja por incentivos ou pelo preço da matéria prima, seja pela competição do mercado ou pela mão de obra.

Outra variável influenciadora no valor é a inclinação e a acessibilidade à cobertura.

Em Portugal, a instalação de uma cobertura verde é estimada entre 100 e 200 Euros a depender de uma série de fatores analisados através do Gerador de preços CYPE Ingenieros (2014) por LEAL, 2019.

III.III. TIPOS DE COBERTURAS VERDES.

A ter o conhecimento que uma cobertura verde é uma camada de vegetação plantada sobre um sistema de impermeabilização instalado em cima de uma cobertura plana ou ligeiramente inclinada, podem ser categorizados em três tipos principais – extensiva, semi-intensiva e intensiva.

As coberturas verdes não são exclusivamente compostas por vegetação, elas podem também ser construídas com argilas expandidas, possuir acabamento com materiais que não dissipem a temperatura para o interior ou serem pintadas de cores que retardem a transferencia da temperatura externa para o interior.

Estudos indicam até que o acréscimo de materiais que normalmente seriam descartados e causadores de poluição caso não recebam o devido descarte, tais como escórias da indústria metalúrgica que se agregadas em baixa porcentagem ao substrato não causam danos à vegetação, a ser também uma opção sustentável na implantação da cobertura verde.

Contudo, neste momento, somente haverá aprofundamento das coberturas verdes compostas por vegetação, que preferentemente, além dos valores de sustentabilidade, utilize o espaço para produzir alimentos.

A consideração do objetivo guiará as decisões do projeto verificando se uma cobertura verde é uma solução adequada e qual categoria deverá ser aplicada.

Para uma nova construção, deve ser estudado qual o melhor tipo a ser utilizado, assim como em uma revitalização de uma edificação, deve ser lembrado que uma cobertura verde não deve impactar negativamente o caráter histórico do edifício.

Básicamente, as coberturas verdes contendo vegetação, são compostas pelas camadas demonstradas na imagem abaixo:

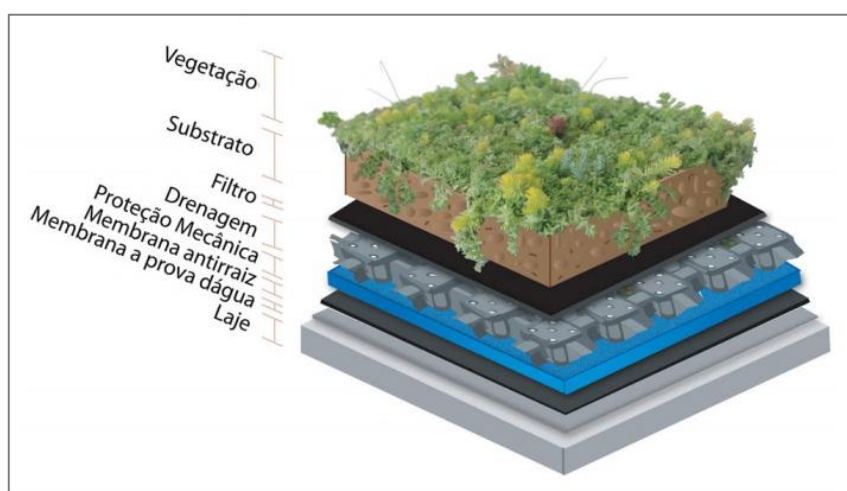


Imagem III.III.1 - Camadas de composição das coberturas verdes (Fonte: <https://www.ugreen.com.br/>)

Desta forma podemos classificar e descrever as camadas necessárias como:

- **Laje:** Elemento estrutural a ser concebido contemplando as cargas (geralmente acima de 100kg/m²) e inclinações (entre 5 e 40% a depender da região e função) , bem como sistema de travamento para telhas ou vegetação;
- **Camada Impermeabilizante:** Geralmente utiliza uma membrana impermeável reforçada composta por material asfáltico;

- **Proteção mecânica e/ou Membrana antiraiz:** Responsáveis pela proteção da membrana impermeabilizante quanto aos esforços gerados pelas raízes e outros materiais como pedras e painéis modulares;
- **Sistema de drenagem:** Deve ser projetado de acordo com o índice pluviométrico local (médias e chuvas históricas) de modo a evitar encharcamento da cobertura e aeração do solo. Muitas vezes elementos filtrantes são instalados no sistema de irrigação para reaproveitamento da água da chuva captada na cobertura.
- **Substrato:** Material orgânico utilizado para o cultivo da vegetação;
- **Vegetação:** A ser determinada após pesquisa relativa às condições climáticas, adaptabilidade e efeito desejável.

Quais os tipos e cargas aplicadas nas coberturas verdes?

As coberturas verdes recebem três nomenclaturas basicamente determinadas pelas espessuras e tipo de vegetação empregada, elas a ser (www.greenroofguide.uk):

- **Extensiva:** Com a configuração de um jardim composto por plantas rasteiras de pequeno porte e com altura, descontada a vegetação, entre 06 cm e 20 cm. Geralmente a carga fica entre 60 kg/m² e 150 kg/m². É mais fino e leve, e mais viável financeiramente, no entanto não comporta tanta carga de águas pluviais.
- **Semi-intensiva:** Esse tipo intermediário tem vegetação de porte médio plantadas num sistema de 12 cm a 25 cm, com carga entre 120 kg/m² e 200 kg/m².
- **Intensiva:** Composto por uma maior variedade de plantas, principalmente de médio a grande porte, possui uma estrutura entre 15 cm a 40 cm e carga que pode variar entre 200 kg/m² e 500 kg/m²; Devido a ser mais pesada, ela exige um cuidado na consideração dos cálculos estruturais e constante manutenção.

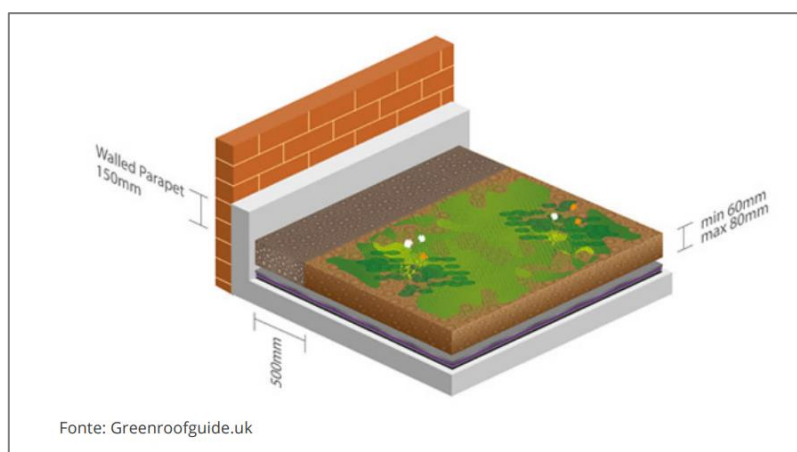


Imagem III.III.III - Cobertura verde extensiva – Fonte: greenroofguide.uk

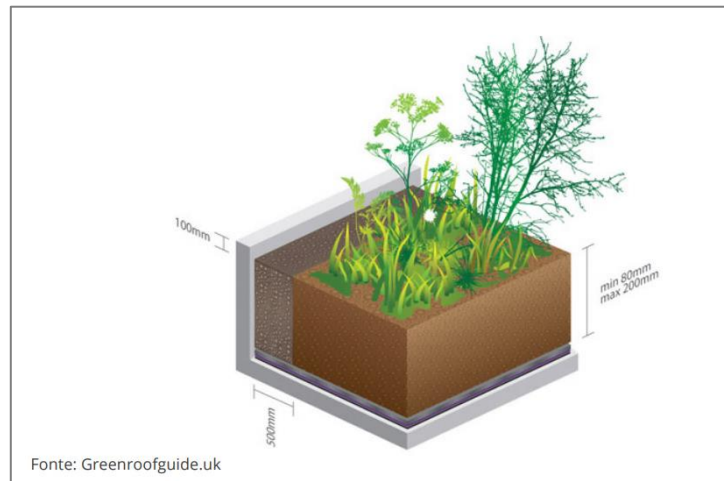


Imagem III.III.II - Cobertura verde intensiva (www.greenroofguide.uk)

	Cobertura Ajardinada INTENSIVA	Cobertura Ajardinada EXTENSIVA
Manutenção	Alta	Baixa
Altura do solo	Superior a 15 cm	Inferior a 10 cm
Peso	180 - 500 kg/m ²	60 - 150 kg/m ²
Tipo de planta	Plantas perenes, plantas herbáceas e árvores	Sedum e Sempervivum
Rega	Regularmente	Não
Custo	Alto	Baixo
Acessibilidade	Frequentemente	Não

Imagem III.III.IV – Tabela comparativa dos tipos de coberturas verdes. (<https://www.leca.pt/>)

Existe também a cobertura verde chamada de invertida, onde o isolamento térmico é colocado acima da impermeabilização ou da proteção mecânica. Neste modelo é dispensada a proteção da impermeabilização, usando o isolamento térmico para esta função.

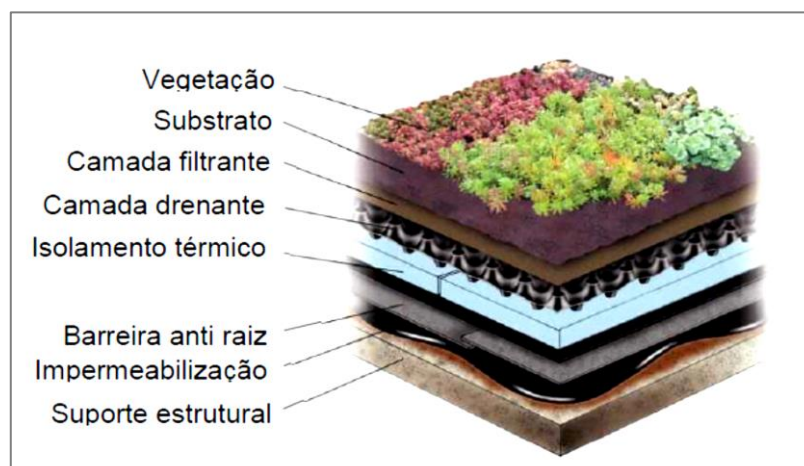


Imagem III.III.V – Cobertura verde invertidas. (TOLDERLUND, 2010, Apud, LEAL 2019)

Segundo o plantio, existem três formas de execução das coberturas verdes:

- *“Tapetes de vegetação pré-cultivados: tapetes de vegetação disponíveis em rolos que possibilitam uma estética instantânea na instalação de coberturas verdes extensivas. As espécies mais comuns disponíveis neste tipo de plantação são os sedums populares pela sua resistência às condições climáticas adversas. Deverão ser instalados entre 24h e 48h após a sua abertura e regados entre 4 a 6 semanas até que estejam completamente aderidos;*
- *Rebentos de plantas em bandejas: este tipo de plantação oferece maior diversidade de plantas do que os tapetes, no entanto na sua instalação, apenas 5 a 10% da cobertura será coberta pela vegetação. A cobertura total por parte da vegetação deverá desenvolver-se entre 2 a 3 estações. Recomendam-se entre 15 a 20 rebentos por m² de substrato sendo que todas as camadas do sistema devem estar saturadas no momento da sua instalação. Tal como na plantação anterior, de forma a estabelecer a correta aderência das plantas, é importante uma rega continua entre 4 a 6 semanas;*
- *Sementes ou estacas se a vegetação for sedums: A mistura de sementes, contendo no mínimo 6 espécies de vegetação diferentes, deverá ser espalhada à mão por cima do substrato conforme as indicações do fornecedor. A utilização de um líquido fertilizante para ajudar na germinação das plantas deve ser considerado. O aspeto inicial da cobertura verde não é o mais agradável visto não possuir nenhuma vegetação. Normalmente a cobertura completa demorará entre 2 a 3 estações.”*
(The GreenRoof Organisation, 2014)

Deve-se tomar cuidado especial na escolha das espécies e atentar para a profundidade das raízes no meio de cultivo, a seleção das plantas certas é muito importante para o sucesso de uma cobertura verde. Atualmente existem estudos e aplicações de proteções mecânicas capazes de proteger a laje quanto ao crescimento das raízes. Dificilmente uma solução comum irá durar mais de vinte anos sem manutenção, já a cobertura verde, apesar de exigir cuidados específicos e periódicos, pode durar o dobro, além de proteger a laje concentrando e suportando as diferenças de temperatura e insolação.

Ainda referente à escolha de espécies, ela deve ser feita buscando sempre plantas nativas ou facilmente adaptáveis em relação à irrigação. É necessário um cuidado especial quanto à densidade, insolação e de espécie de cada planta para não tornar a ideia um problema, seja pelo consumo excessivo de água, pela queda de folhas no outono, ou por frutas.

Existem também sistemas pré-fabricados e modulares que podem ser aplicados de forma rápida, diretamente sobre a membrana de impermeabilização e sem grandes necessidades de adaptação da cobertura. A maioria dos sistemas modulares funciona basicamente como vasos que são compostos de materiais plásticos e sintéticos (derivados de petróleo), o que prejudica em parte sua função ecológica.

Além disso, muitos dos sistemas modulares, não suportam muito peso ou tráfego sobre sua superfície, bem como a proteção contra as ações dos raios UV e o crescimento das raízes pode se tornar um problema.

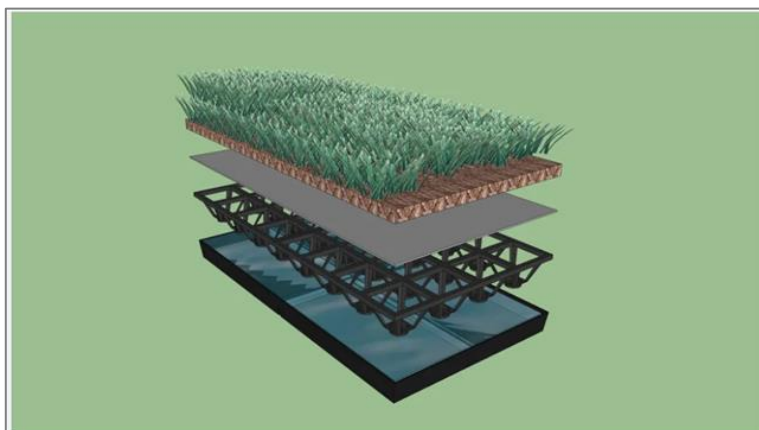


Imagem III.III.VI – Esquemático do sistema Hidromodular (<https://www.ecotelhado.com/sistemas>)

Outro grande aliado que não é comumente descrito como coberturas verdes, mas também tem grande capacidade de manutenção do conforto térmico e acústico de uma edificação é o uso de água em coberturas, como piscinas e espelhos d'água que devem possuir propriedades bem ímpares em relação ao conforto térmico de uma edificação.

Até mesmo pérgulas e toldos têm efeitos positivos se bem projectados de acordo com o clima e ação solar do local a construir.

País	Normas	Documentos técnicos
Áustria	ÖNORM L 1131: 2010 06 01	-
Bélgica	-	WTCB – TV 229 2006
República Checa	-	SZÚZ 2016
Dinamarca	-	LAR 2016
França	-	RP TTV 2007
Alemanha	-	FLL 2008
Itália	UNI 11235:2015	ISPRA 2010
Malta	SM 3700:2017	-
Holanda	NTA 8292: 2016	VBB 2016
Noruega	NS 3840:2015	-
Polónia	-	DAFA DZ 1.01
Suíça	SIA 312-SN 564312:2013	SFG 2016
Reino Unido	-	GRO 2014

Imagem III.III.VII – Países e normas de apoio às coberturas verdes (LEAL, 2019)

III.IV. FACHADAS E PAREDES VERDES:

Sempre que estamos a pensar em fachadas logo vem à cabeça projetos modernos e com as mais diversas cores, formas e materiais: em pedra, cerâmicos ou metálicos, com detalhes rústicos ou de vanguarda.

Atualmente, um modelo que está em alta são as fachadas verdes ecológicas, pensando tanto na sustentabilidade e equilíbrio com a natureza quanto em conceitos diferentes e chamativos.

As fachadas ou paredes verdes são tipologias de jardins verticais, compostos por conjunto de estruturas e vegetação que são incorporados no exterior ou em paredes interiores de edificações.

O brise verde proporciona aos ambientes confortos térmicos, durabilidade das fachadas, humidificação do ar e redução do barulho – ele funciona como uma esponja que absorve os sons da rua. Atua, também, como barreira e filtro contra poeiras, partículas e poluentes presentes do ar, combate pragas como barata e cupins, além de ser esteticamente bonito, oferecendo destaque ao local.

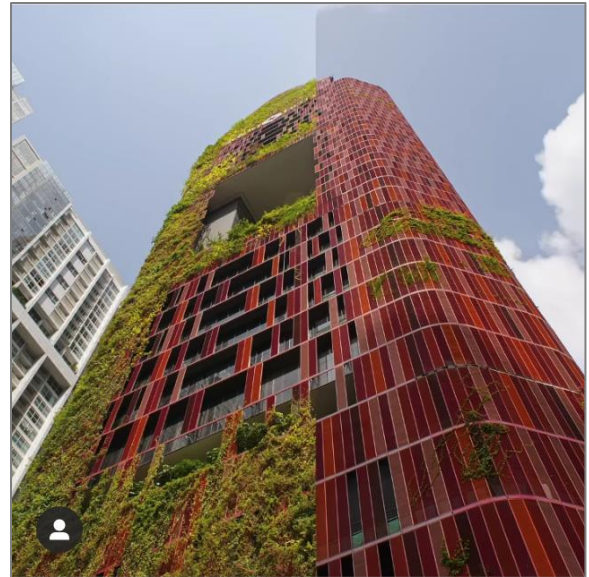


Imagem III.IV.I & III.IV.II – Oasia Hotel Downtown – Singapore (<https://www.woha.net/>)

É possível o uso de trepadeiras frutíferas, como o maracujá, para que as frutas possam ser colhidas. “Diferentemente do que muitos pensam, o brise verde não atrai mosquitos ou outros insetos. Pelo contrário, atrai passarinhos que se alimentam dos insetos.

A fachada verde possui ótima durabilidade e se mantido com boa manutenção, a folhagem está sempre por se reciclar. Os cuidados são exatamente como os de um jardim, mas na vertical e em altura.

O sistema de irrigação normalmente é composto por um substrato que não acumula água, ou por hidroponia que circula e não a deixa a água parada e, portanto, não atrai mosquitos como o da dengue, além de ser leve e durável. É como uma árvore que as pessoas têm na frente de casa”, destaca Ricardo Cardim (<https://www.aecweb.com.br>).

“Uma solução de fachada com vegetação viva permite aumentar a eficiência energética dos edifícios. É capaz de garantir arrefecimento no verão, oferecendo um sombreamento natural e evapotranspiração, por outro lado, funcionar como isolamento térmico no inverno. Para além deste equilíbrio de temperatura, as fachadas verdes permitem diminuir a poluição até 30% nas grandes cidades, assim como atenuar o ruído exterior. Outra das suas vantagens é a retenção da água da chuva, fazendo diminuir o risco de inundações e a contaminação dos rios e ribeiras. As fachadas verdes são, ainda, capazes de criar uma estética diferente no edificado, no sentido em que as próprias espécies vegetais transformam-se com o passar do tempo e de acordo com as estações. Assim, podem-se obter diferentes dimensões, cores e texturas renovando os espaços e criando uma nova dinâmica. Aliando diversidade na escolha das espécies a utilizar ao uso de plantas autóctones, de acordo com as suas potencialidades para serem usadas neste tipo de estruturas, zelar-se-á assim pela conservação dos valores de uma região, das espécies lá existentes e a identidade de um espaço.”
(MENDONÇA, 2016)

Nas figuras abaixo podemos ver o conceito aplicado pelo escritório de arquitectura WOHA de Singapura, onde a utilização da fachada verde compõe a edificação respeitando a estética de seus traços e formas, acrescentando a harmonia e benefícios.

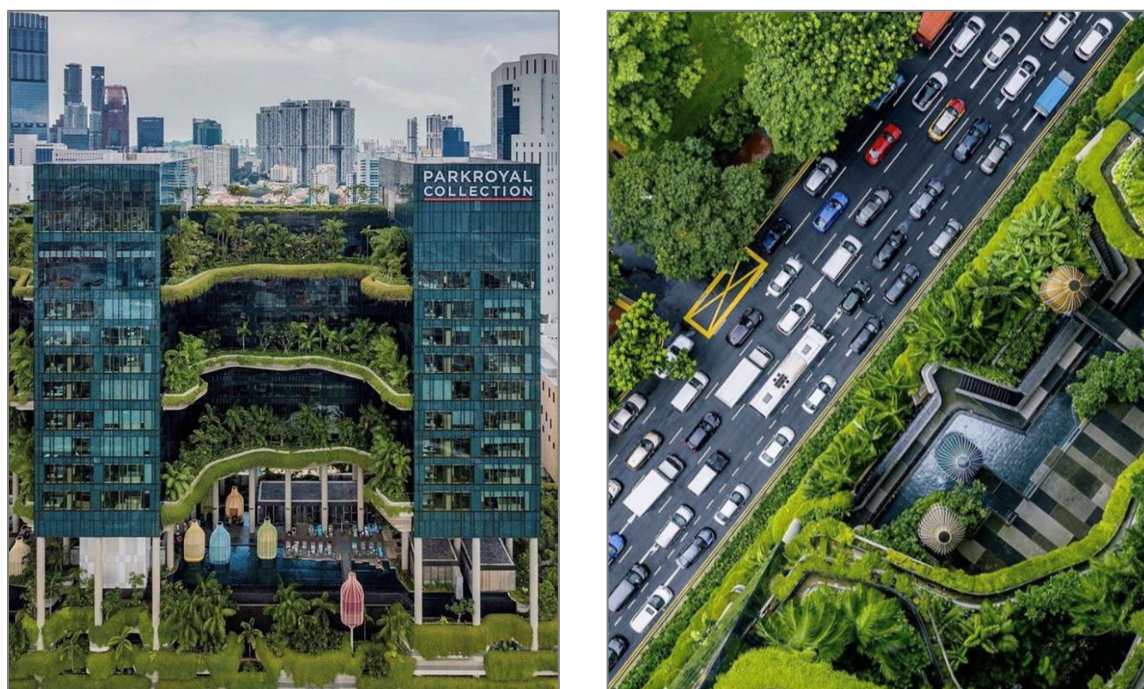


Imagem III.IV.III & III.IV.IV – Parkroyal Royal – Singapura (<https://www.woha.net/>)

Ao descrever as principais particularidades dos jardins verticais, este subcapítulo traz o objetivo de ilustrar questões técnicas e conceitos sobre o assunto, além de destacar as vantagens e desvantagens de cada tipologia, em relação ao custo de implantação, as questões técnicas de construção, funcionamento, manutenção, entre outras.

“A vegetação tem sido sistematicamente utilizada como estratégia de condicionamento ambiental passivo, integrando um conjunto de estratégias bioclimáticas utilizadas por profissionais da construção civil. Por outro lado, a grande demanda pelo uso do solo urbano induz ao surgimento de novas pesquisas que buscam diferentes formas de trazer a vegetação para as cidades.” (MAGLIOCCO, 2012).

“Atualmente as fachadas dos edifícios têm recebido um grande enfoque no processo de recuperação das áreas verdes urbanas, principalmente nos grandes centros, pois nestes locais a verticalização acentuada dos edifícios favorece a inserção de peles verdes de configuração vertical. Com isso, a pesquisa de novas tecnologias que aproveitem melhor a ampla disponibilidade de paredes tem florescido ao redor do mundo.” (KÖHLER, 2008).

As fachadas verdes podem ser classificadas em seis modelos de acordo com seu sistema construtivo, sendo classificadas conforme transcrito abaixo de trabalho elaborado por AMORIM & MENDONÇA, 2017 em seu artigo: “Advantages and Constraints of Living Green Facade Systems.”

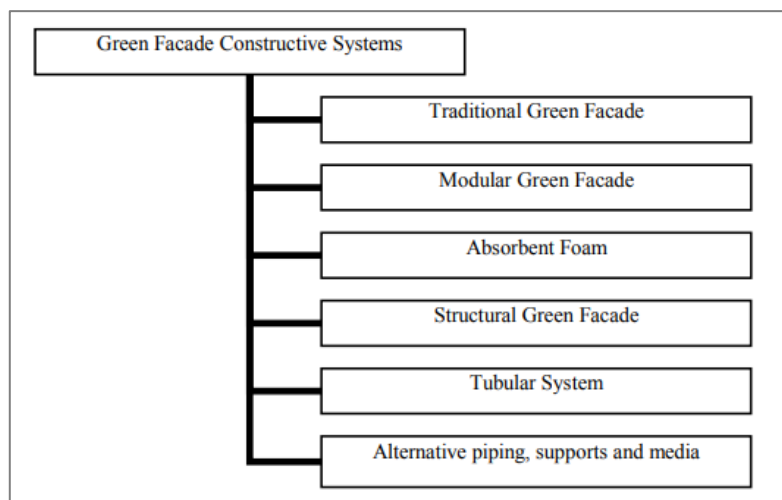


Imagem III.IV.V – Classificação das fachadas verdes (AMORIM & MENDONÇA, 2017).

- **“Fachada Verde Tradicional:**

O chamado sistema "tradicional" é o mais antigo e econômico para fachadas verdes e consiste no plantio em o solo dos elementos vegetais. Através de mecanismos naturais adesão ou crescimento de estruturas de suporte, as plantas crescem em frente às paredes. Tem a particularidade de emergir após a construção do edifício e, em muitos casos, não intencionalmente no primeiro design.

- **Fachada Verde de Painéis Modulares:**

A principal característica deste sistema está na pré-fabricação dos painéis modulares. Existe uma grande variedade de peças com tamanhos diferentes, o que permite executar formas complexas de acordo com a

solução desejada. Os módulos estão instalados com as plantas já colocadas nos locais onde serão após a conclusão.

- **Espuma absorvente:**

Este sistema é semelhante ao sistema modular, com a distinção no suporte da planta. Duas espumas são justapostas e fixadas através de um sistema de grampos. No exterior são feitos recortes que formam "bolsas" onde as plantas são colocadas. O sistema de irrigação é instalado posteriormente.

- **Fachada verde estrutural:**

A fachada verde estrutural significa ter vegetação do início do processo criativo, considerando o posicionamento do substrato, irrigação e acesso para manutenção. Existe um relacionamento de dependência entre a solução e este sistema.

- **Sistema tubular:**

Este é um sistema totalmente pré-fabricado. Podem ser usados cercas e postes que servem como suporte estrutural.

- **Tubulação, suportes e meios alternativos:**

Este sistema é amplo e variado e inclui tanto as estruturas mais simples e as mais complexas. O mais simples pode ser montado por qualquer pessoa sem treinamento específico quando, por exemplo, pequenos destinatários são usados. A chave é garantir a operação de todo o sistema, desde que o projeto processo da estrutura, ao sistema de irrigação. A vegetação é incluída a partir da fase de concepção do projeto” ... (AMORIM & MENDONÇA, 2017).

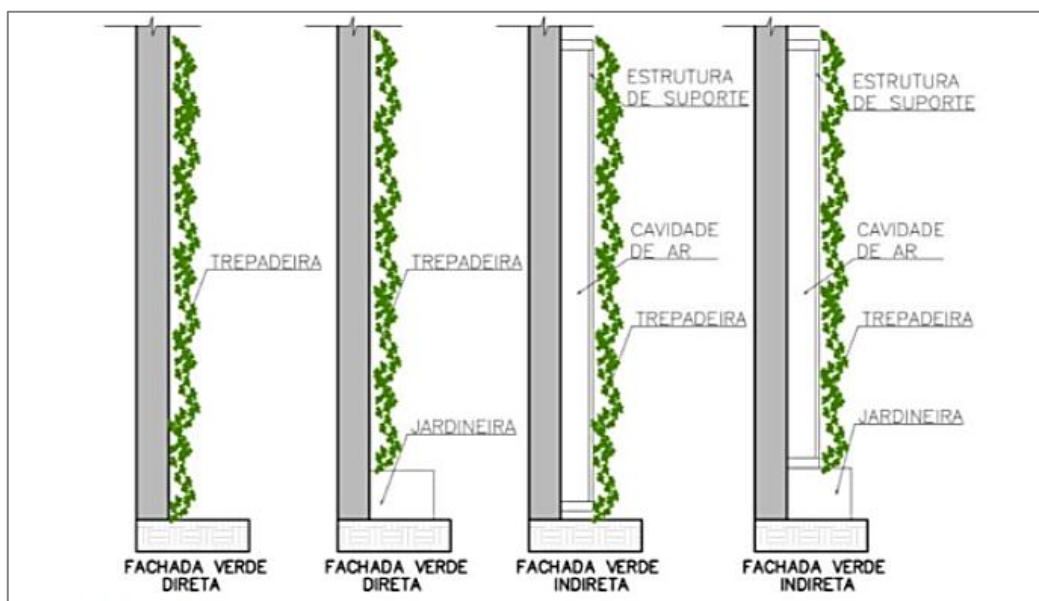


Imagem III.IV.VI – Tipos de fachadas verdes considerando suas técnicas construtivas (BARBOSA & FONTES, 2016).

Cabe ressaltar que cada sistema deverá possuir seu sistema de irrigação próprio de maneira a garantir a sobrevivência, bem como uma maneira projectada de realizar manutenção e podas das espécies cultivadas.

Sendo aplicada como membrana, na fachada de uma edificação, como no uso de trepadeiras, as fachadas verdes atenderiam todas as oito vantagens descritas no artigo: Avaliação económica de soluções leves em climas temperados:

“Existem diversas vantagens na utilização das membranas:

- *Leveza e flexibilidade: estas soluções são de transporte fácil, e podem ser incorporadas numa arquitectura efêmera, como soluções temporárias;*
- *Execução de formas arquitectónicas complexas: podem ser utilizadas para realizar todo o tipo de geometrias;*
- *Translucidez: a luz natural é melhor explorada por estas soluções, possibilitando benefícios ao nível dos consumos energéticos;*
- *Regulação da temperatura e protecção: funcionam, para climas quentes, como sombreadores, arrefecendo de uma forma natural espaços abertos, ao mesmo tempo que associados com isolamentos podem contribuir significativamente para o aumento da resistência térmica;*
- *Reabilitação: a neutralidade das soluções torna-as viáveis em operações de reabilitação e manutenção património edificado, porque não entram em conflito com o valor patrimonial dos edifícios em causa.” REIS, COUTO e MENDONÇA (2011)*

Assim como os outros materiais de construção, quando se aplica a vegetação como um elemento, suas características devem ser estudadas, como brevemente são comparadas nas imagens abaixo retiradas de BARBOSA & FONTES,2016.

Fachada Verde	Vantagens	Desvantagens
Direta	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo de instalação - Baixa demanda tecnológica - Fácil instalação - Escolha apropriada para reformas. - Indicada para área externa 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas com umidade - Danos na integridade da fachada causados pelas raízes - Custo com podas contínuas para controle da massa vegetativa - Demora de cobertura e limite de altura
Indireta (Treliza Modular e Rede de Cabos)	<ul style="list-style-type: none"> - Não há contato direto para apoio da vegetação na construção - Menos problemas com umidade - Apropriado para reformas - Permite desenvolvimento de paredes independentes - Indicada para área externa 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo de instalação com as estruturas de suporte, jardineiras, meio de cultivo e irrigação. - Custo com manutenção para controle da massa vegetativa - Maior complexidade de instalação - Demora na cobertura.

Imagem III.IV. VII – Comparativo entre fachadas verdes considerando suas técnicas construtivas – Fonte Köhler (2008); Sharp et al. (2008); Ottele(2011); Perini et al. (2011) Apud. BARBOSA & FONTES (2016).

	Paredes Verdes
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Se adequa a qualquer fachada - Maior área de cobertura, pois não tem limite de altura para instalação. - Cobertura mais uniforme, o resultado é imediato após instalação. - Permite escolha de maior variedade de espécies - Maior densidade de plantio - Aplicação em ambientes internos e externos - Permite integração com outros sistemas de construção verde como sistemas de tratamento de águas cinza e biofiltros de ar. - Parede Verde Contínua utiliza materiais leves para sua construção. - Como utilizam membranas impermeáveis, os problemas com umidade na fachada são reduzidos.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo para compra e instalação - Necessidade de mão de obra especializada para instalação - Manutenção constante e trabalhosa - Maior peso - Alto custo de produção - Parede Viva Modular possui limitação de espaço para crescimento vegetal.

Imagem III.IV. VIII – Vantagens e desvantagens entre fachadas verdes baseado suas técnicas construtivas – Fonte Köhler (2008); Sharp et al. (2008); Ottele(2011); Perini et al. (2011) Apud. BARBOSA & FONTES (2016).

Os principais benefícios das fachadas ou paredes verde são:

- Possuir influência positiva no sistema de ganho direto e indireto passivo da edificação,
- Conter capacidade de isolamento, auxiliando num melhor conforto térmico e acústico;
- Agregar valor ao imóvel devido ao design eco-eficiente;
- Trazer beleza às regiões urbanas;
- Permite o contato humano com a natureza;
- Realizar filtragem do ar, a reter materiais particulados e gases nocivos;

“Coberturas e fachadas verdes podem filtrar e vincular as partículas de poeira e naturalmente filtrar toxinas no ar. A poluição por dióxido de enxofre, dióxido de carbono e outros poluentes são absorvidos e filtrados pelas folhagens, limpando o ar naturalmente”. (VELAZQUEZ, 2005, Apud. NUNES, 2015)

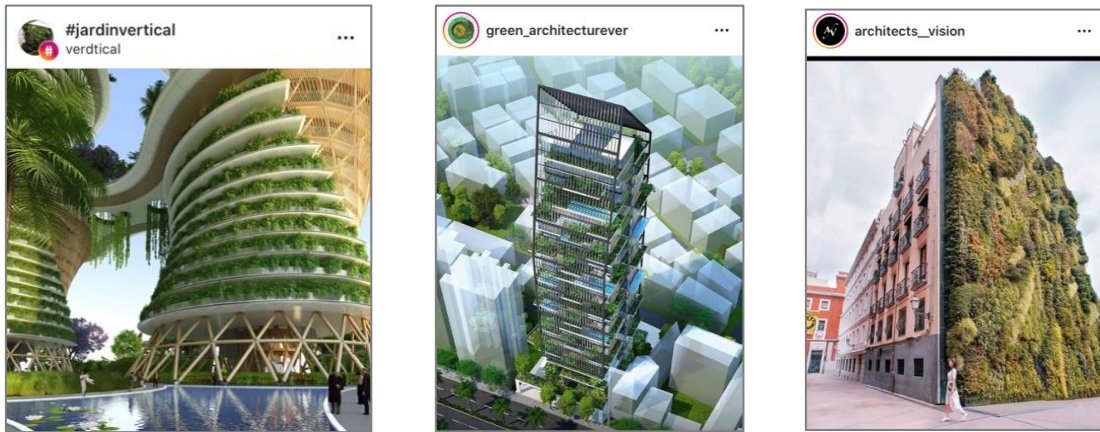
- Quando bem empregadas contribuem para a maior durabilidade dos prédios, pois reduz a amplitude térmica sobre os materiais;
- Contribui diretamente em certificações como o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).

Constituída pela introdução de vegetação como revestimento que integra natureza as edificações são uma boa alternativa para uma arquitetura eco-eficiente, as tornando mais agradáveis e sustentáveis, a ter como fundamentos principais:

- Sombreamento – Ação que intercepta a radiação solar;
- Resfriamento evapotranspirativo – Ação biológica das plantas;
- Isolamento térmico da edificação – Ação de colchão de ar entre a folhagem da vegetação e o edifício;

- Influência na dinâmica do vento – Influência no comportamento do Isolamento térmico acima descrito;

Ao entender os fatores citados, a fachada verde tende a produzir e agir como elemento mantenedor das condições, tendendo a trabalhar como um colchão amortecedor das diferenças de temperatura, emissões sonoras e de iluminação.



Imagens III.IV. IX, III.IV.X & III.IV.XI – projetos de fachadas verdes (www.Instagram.com/#jardinvertical)

As formas de aplicação variam conforme disposição de espaço, tipos de plantas, além de escolha para interior ou exterior e relativo ao design biofílico. Desta maneira as possibilidades são diversas.

A avaliação do desempenho térmico de edificações que utilizam coberturas verdes, paredes vivas ou paredes verdes como elemento de proteção da envoltória é um campo de grande importância para os profissionais de arquitetura e engenharia, por minimizar a troca de calor, proporcionar melhor condição térmica e aprimorar seu desempenho energético.

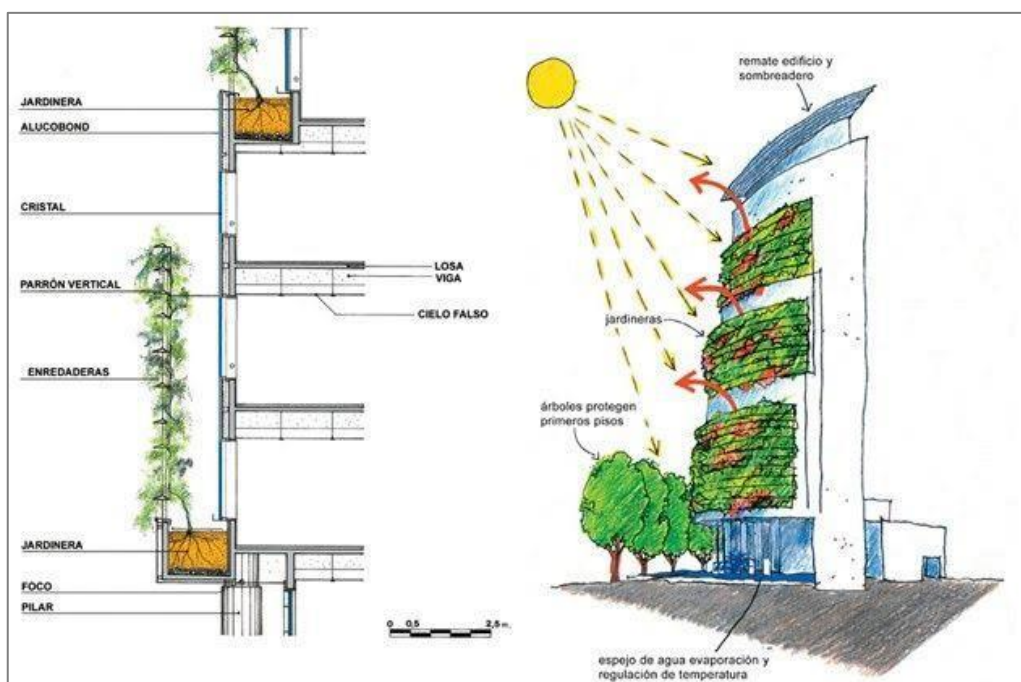
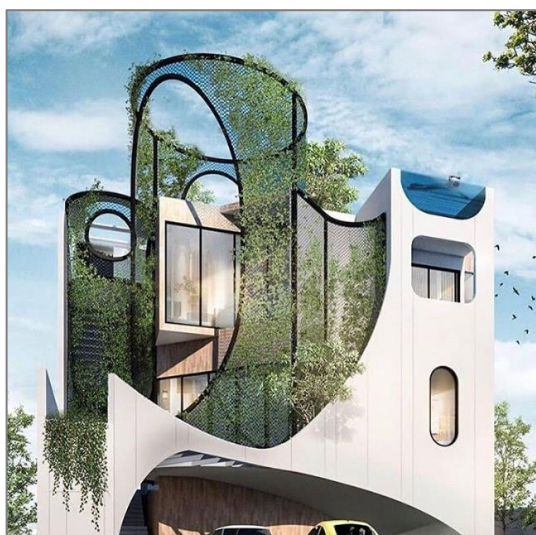


Imagem III.IV.XII – Detalhe construtivo do edifício Consórcio Santiago (www.br.pinterest.com)

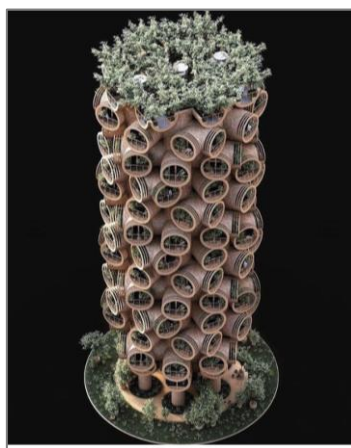
A vegetação pode ser conduzida diretamente na parede ou em alguma estrutura de suporte, tornando-se uma camada independente na edificação.

“No caso das trepadeiras crescerem diretamente na parede, a fachada verde é classificada como Direta, porém quando crescerem direcionadas por sistemas adjacentes e independentes da parede são chamadas Indiretas.” (MANZO & CASTRO-GOMES, 2015)

Se instalado em fachada ou parede externa, tem como principal função dissipar ou reter o calor em função das características climáticas do local, a manter uma temperatura confortável dentro da edificação, além de transformá-la em um jardim ou horta. Nesta modalidade podemos encontrar o brise vegetal, revestimentos diretamente aplicados nas paredes com heras (*Hedera helix* L.) uma espécie de planta trepadeira do género *Hedera* da família *Araliaceae*. Podem ser utilizadas cultura em solo e substrato ou hidroponia. Para a escolha das espécies das plantas deve-se atentar para orientação solar da superfície, índices pluviométricos e efeito desejado.



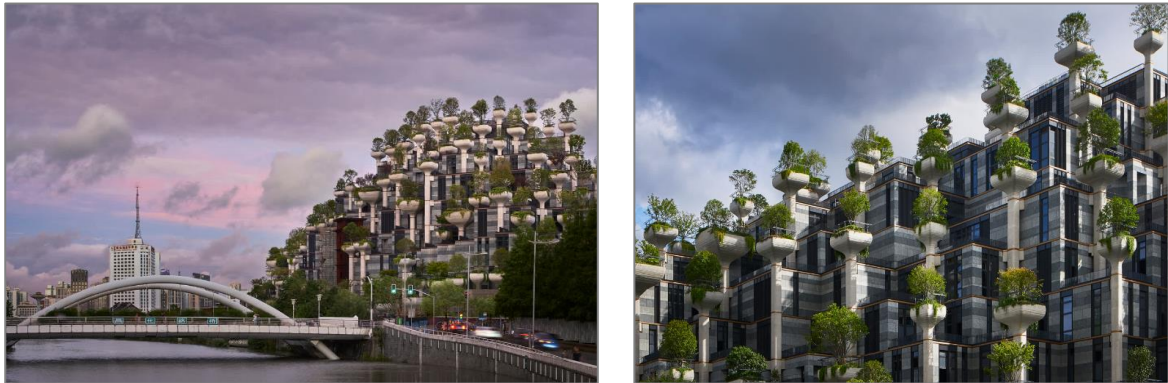
Imagens III.IV.XIII & III.IV.XIV – Fachada verde em projeto de Sonny Sutando. (www.sonnysutantoarchitects.com)



Imagens III.IV.XV, III.IV.XVI, III.IV. projetos e conceitos de cobertura e fachada verde criado por Chris Precht. (www.precht.at)



Imagens XVII, III.IV.XVIII, III.IV.XIX & III.IV.XX – projetos e conceitos de cobertura e fachada verde criado por Chris Precht. (www.precht.at)



Imagens III.IV.XX & III.IV.XXII – Detalhe construtivo do projeto "1000 Trees" em Xangai elaborado por Heatherwick Studio. (www.archdaily.com.br)

Quando localizados dentro das edificações e unidades habitacionais devemos lembrar que as plantas necessitam de água, nutrientes e luz para realizar a fotossíntese, este último item costuma ser um desafio maior nos espaços internos, pois muitas vezes a luz não é suficiente para seu pleno desenvolvimento.

Para solucionar tal questão, podem ser projetadas clarabóias, tetos translúcidos ou utilização de tecnologia com uso de iluminação artificial, que se encontra cada dia mais avançada e acessível ao cidadão comum.

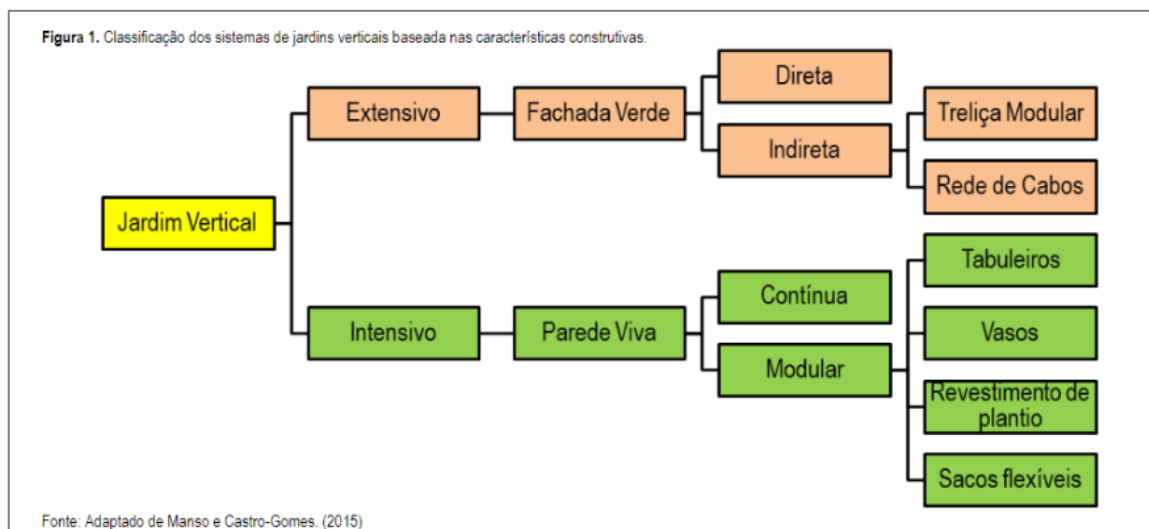


Imagem III.IV.XXIII – Classificação dos sistemas de jardins verticais (Manso e Castro-Gomes, 2015).

As maiores vantagens das fachadas verdes e do cultivo vertical, assim como das hortas urbanas em coberturas verdes voltam-se para:

- Produção agrícola durante todo o ano, a depender da cultura e local;
- Reduz significativamente o uso de combustíveis fósseis, em máquinas agrícolas e transporte da produção;
- Utiliza propriedades abandonadas ou espaços não utilizados;
- Oferece a possibilidade de sustentabilidade para centros urbanos;
- Pode retornar energia à rede via geração de metano (biomassa);
- Cria oportunidades de emprego urbano;
- Reduz o risco de infecção por agentes transmitidos na interface agrícola;
- Devolve terras agrícolas à natureza, ajudando as funções e serviços do ecossistema;
- Controla os vetores aproveitando resíduos orgânicos.

A irrigação para os sistemas de cultivo seja nas coberturas verdes ou nos jardins verticais é um item crítico na manutenção e mais ainda, um item imprescindível em Portugal, onde a baixa humidade dos verões inviabiliza a prática.

Os métodos de irrigação podem ser desde o arcaico uso de regador, como por sistema de gotejamento, capilaridade, aspersão ou até hidroponia, com água fornecida por:

- Rede de abastecimento pública ou privada;
- Utilização de água de reuso captada nas coberturas;
- Uso de sistema aquapônico integrado a aquário ou com lago interno.

Atualmente podem ser encontrados no mercado sistemas de automação simples e complexos para o cultivo.

A tecnologia pode ser controlada por computador ou pelo telemóvel, bem como indicação dos dados como humidade e temperatura.

As irrigações automáticas no mercado podem possuir programação horária previamente estabelecida, o que proporciona uma irrigação com fluxo controlado, atendendo a demanda certa de água para as plantas.

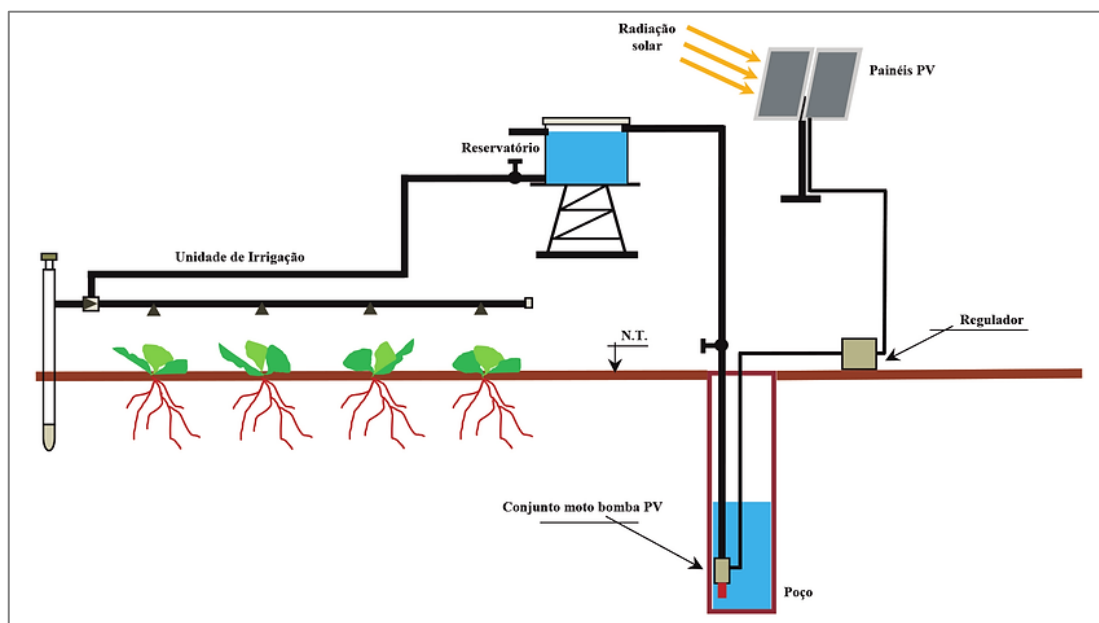


Imagem III.IV.XXIV – Sistema de irrigação de hortas e jardins (www.researchgate.net/)

Possuem a capacidade de se ajustar as necessidades quando há mudanças de clima com as estações, a manter uma faixa de humidade no solo definida na programação ou devido às interpretações captadas por sensores de solo que detectam as variações de humidade no local onde a sonda está enterrada.

Softwares controlam todas as leituras e ajustam o sistema para interagir com o efeito da luminosidade, proporcionando resultados positivos na melhoria da qualidade e quantidade da produção, como no caso das hortas urbanas, ou no elemento funcional, como nas coberturas e fachadas verdes.

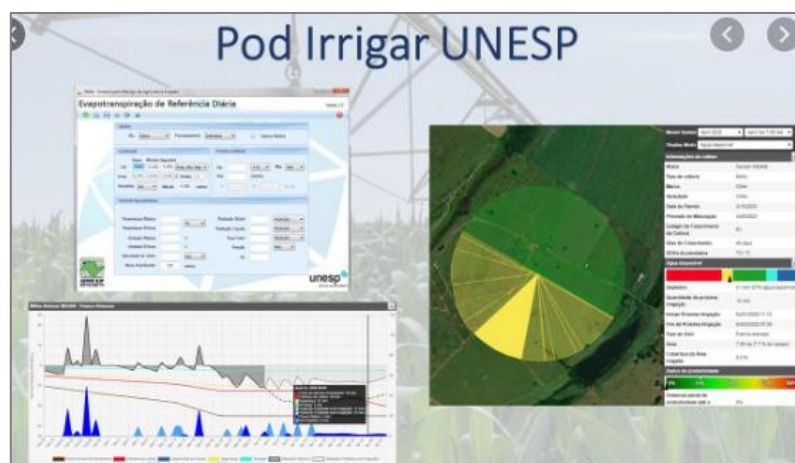


Imagem III.IV.XXIV– Automação no cultivo (www.irrigacao.blogspot.com)

A colocação de fachadas verdes em edificações residenciais, centros comerciais ou indústria, traz benefícios tanto para a estética, como para a eficiência energética e conforto higrotérmico do seu interior, mas neste tópico ilustraremos, a sua capacidade na produção alimentar urbana.



Imagem III.IV.XXV, III.IV.XXVI & III.IV.XXVII – Exemplos de fachadas verdes (www.eurobusiness.eco.br)

Podendo ser rústicas e simples adaptando um terraço com uso de substrato em vasos, caixas e até pneus, ou radicalmente futuristas contando com tecnologia de ponta em termos de controle e produção, as hortas urbanas acontecem em todos os cantos do mundo.

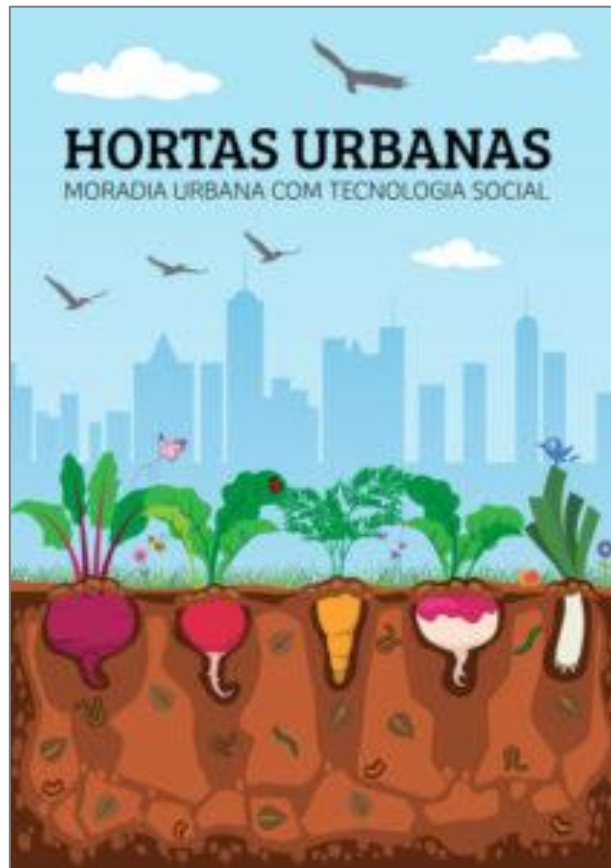


Imagem III.IV.XXVIII – Cartilha hortas urbanas (www.procomum.org/)

Cabendo ainda administrar a criação vegetal e interagir com animais de pequeno porte como galinhas, patos, coelhos, e até mesmo ovelhas ou cabras, permitindo a utilização do esterco como adubo e aproveitando ovos, leite e carne para consumo, atendendo boa parte da demanda de uma cidade.

Nesta prática mista, as fezes dos animais são diretamente revertidas em adubo para o plantio.



Imagem III.IV.XXIX & III.IV.XXX, Fotografia de aves e ovos criados em fazenda urbana nos EUA (www.theredbarnfarmva.com)

A empresa Hantz Farms comprou em 2019 uma área gigantesca na cidade de Denver para a construção da maior fazenda urbana do mundo, composta por um pomar com aproximadamente 15 mil árvores frutíferas, título que hoje é da empresa Sole Food em Vancouver no Canadá que produz cerca de 60 toneladas de alimentos por ano (www.fecomerciosp.com).

A Europa se prepara para possuir a maior fazenda urbana em cobertura do mundo em Paris, com área total de 14 mil m².



Imagem III.IV.XXXI – Render do projeto da fazenda urbana em Paris (www.ciclovivo.com.br)

Será que plantar um jardim no terraço ou começar uma horta na varanda, tem algum impacto na diminuição da poluição ou na melhoria do ambiente urbano? De certo existem alguns riscos em produzir hortaliças em zonas urbanas, principalmente por causa da qualidade do ar, do solo e da água. O ideal é que não sejam instaladas próximas a ruas e avenidas muito movimentadas, em razão da emissão de gases poluentes pelos veículos, nem próximo a indústrias que possam emitir gases poluentes.

Quanto ao solo, em terrenos urbanos é preciso que se conheça seu uso anterior. Locais que foram utilizados como depósito de lixo residencial, industrial ou hospitalar, caso haja contaminação, devem ser evitados ou tratados, pois podem conter altos teores de metais tóxicos, como chumbo e níquel dentre outros, que são nocivos quando ingeridos por meio de plantas e consequentemente pelo ser humano.

Também não se pode irrigar as plantas voltadas para a alimentação com água poluída. A utilização de água tratada pode ajudar a evitar muitos problemas de contaminação.

Em diversos países ou cidades, a produção de alimentos em hortas urbanas, coberturas e fachadas verdes são considerados como uma prática clandestina, o que evitaremos falar neste trabalho, pois o entender é que se trata de interesse das grandes empresas (como de produção de defensivos agrícolas alegando controle de pragas e qualidade na produção, mas realmente o motivo é outro).

“Toda a atenção sobre a atividade é muito recente e funciona em grande parte pelo envolvimento de voluntários. Não há dados oficiais sobre o montante de alimento produzido ou o número e a localização das hortas em São Paulo. É como se fôssemos clandestinos. Somos tolerados pela Prefeitura, mas não oficializados ainda. Em termos de políticas públicas, as iniciativas e leis a respeito não são integradas e os investimentos são insuficientes. Faltam reconhecimento e visão dos nossos gestores públicos”. (VISIONI, 2019).

A jornalista, que para sua palestra recebeu a difícil missão de apresentar um panorama e os números da horticultura urbana em São Paulo, destacou o papel da academia no processo de afirmação da prática no Brasil.

“Por aqui, a horticultura urbana é mais uma ação política afirmativa do que uma atividade importante para a produção de alimento. Infelizmente, ainda há muita incompreensão e preconceito. Parece que algumas pessoas não entendem que hortas comunitárias podem ser um meio de melhorar a qualidade de vida, a saúde e até a violência nas áreas urbanas. E quando a academia se debruça sobre algum tema, isso chama a atenção do poder público e da sociedade. É muito importante a criação desse grupo de estudos e o fato de estarem pesquisando o assunto.” (VISIONI, 2019).

As mudanças devem ter seu tempo para serem processadas, mas a preocupação com o descaso humano com o meio ambiente, com a qualidade de vida e com a alimentação precisa estar integrada e permeada na cultura e na cidade.

“Substituir o betão, o asfalto ou o vidro por coberturas verdes, jardins ou hortas urbanas pode ajudar a reduzir o superaquecimento dos edifícios no Verão e permitir o isolamento térmico no inverno, resultando num menor consumo de energia. Além disso, as superfícies voltam a ser permeáveis possibilitando a infiltração natural da precipitação no solo e uma melhor drenagem, gestão e escoamento das águas, evitando as cheias. Áreas urbanas ou Peri-urbanas cultivadas, também trazem benefícios na redução de emissões e na gestão de resíduos orgânicos, já que estes podem ser utilizados como fertilizantes biológicos.”

“Controversias à parte, uma coisa é certa, se produzirmos parte dos nossos alimentos em casa de forma biológica e se os partilharmos entre vizinhos ou família, reduziremos certamente o consumo de fertilizantes químicos, de combustíveis fósseis ou de plásticos das embalagens.”
(www.blog.noocity.pt)

Os poluentes gerados na cidade têm seus malefícios numa escala relativa quanto a produção de alimentos, certamente um abacaxi desenvolvido numa horta urbana no Hawaii tende a absorver menos poluentes do ar que um produzido em São Paulo.

“He Dongxian, professora na Universidade de Agricultura da China, em Pequim, assegura que um teste realizado no município recentemente durante meses mostrou uma diminuição drástica do processo de fotossíntese (que permite o desenvolvimento das plantas), segundo informa o jornal de Hong Kong South China Morning Post. Nos testes, o crescimento de sementes de pimentões e tomates, que normalmente demoram 20 dias para se converter em plantas com sementes sob a luz artificial de um laboratório, demoraram mais de dois meses para germinar em uma estufa em um dos distritos das periferias de Pequim.

A concentração de partículas finas ou PM 2,5 – aquelas que têm 2,5 micras ou menos de diâmetro – alcançou nesta quarta-feira pela manhã em Pequim 557 microgramas por metro cúbico, segundo as medições da embaixada dos Estados Unidos. Este valor supera em mais de 22 vezes o máximo de 25 microgramas aconselhado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A “Agência de Proteção do Meio-ambiente norte-americana considera os níveis acima de 300 muito perigosos.”
(www.anvisa.br)

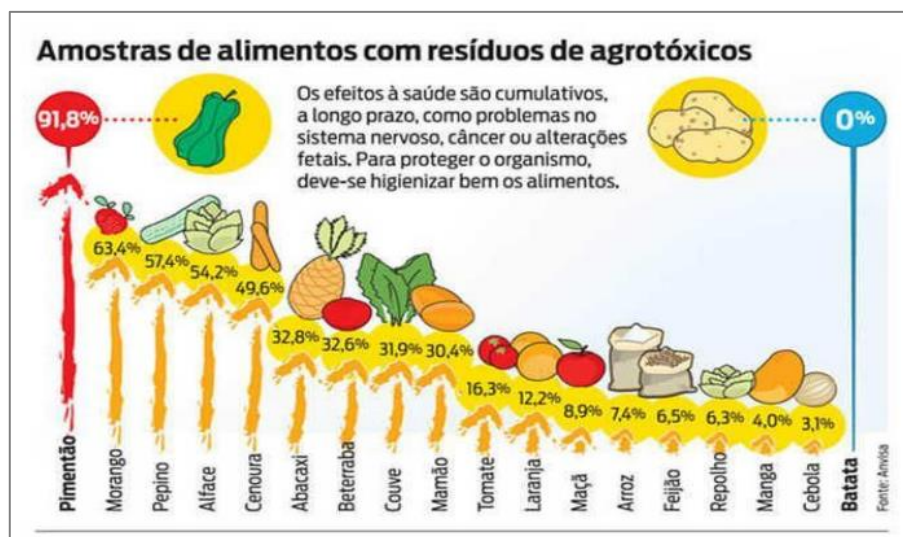


Imagem III.IV.XXXII – Tabela com amostras de alimentos com resíduos de agrotóxicos (www.anvisa.br)

Uma horta urbana saudável deve seguir os seguintes conselhos:

- Trabalho em grupo: Organize um grupo com outros moradores do bairro onde a horta será implantada, desde que seja coletiva. Sua manutenção dependerá da ação comunitária, além de gerar interatividade psicológica e criar amizade entre os colaboradores.
- Local: Deve-se optar por um local próximo à residência dos voluntários. O ideal é que possua incidência de sol na maior parte do dia e com oferta de água não poluída.

- Equipamento: Adquira utensílios e ferramentas para plantio e manutenção como enxadas, carrinhos de mão, regadores, sementeiras e luvas.
- Preparo: Limpe e retire resíduos do terreno e cerque a área para impedir que animais entrem.
- O que plantar: Opte pela diversidade de vegetais: folhosas, frutíferas e raízes. Não é aconselhável o plantio contínuo de uma só espécie, pois a biodiversidade tende a tratar o solo e evitar pragas e fungos.
- Plantio: Vegetais como alho, cenoura, quiabo, tomate e melancia podem ser plantados diretamente em canteiros.
- Irrigação: As plantas devem ser molhadas nas primeiras horas do dia ou final de tarde, para evitar a perda de água por evapotranspiração (comum em horários mais quentes). Em épocas mais frias, a rega não deve ser feita no final do dia por causa de possíveis fungos ou danos pela temperatura.
- Nutrientes: O adubo orgânico fornece nutrientes necessários às plantas. Nos locais onde serão implantados os canteiros deve-se investir em compostagem dentre outros métodos como aquaponia.
- Pragas: Não se deve utilizar agrotóxicos em área urbana. O ataque de pragas está ligado, principalmente, ao desequilíbrio nutricional.

A agricultura urbana é uma prática complementar às atividades agrícolas desenvolvidas no meio rural, com o diferencial de estar integrada aos sistemas econômicos e ecológicos urbanos, na maior parte livre de agrotóxicos, o que está a ser banido pelas pessoas que já possuem este tipo de consciência. Atualmente ela é praticada no mundo inteiro, principalmente por pessoas que têm a atividade agrícola como base para a subsistência.

As políticas urbanas devem incorporar as considerações de segurança alimentar e se concentrarem melhor no desenvolvimento de cidades mais resistentes a crises.

Há um crescente reconhecimento de que a agricultura e a silvicultura urbanas são estratégias importantes para a adaptação das cidades às mudanças climáticas e redução dos riscos de desastres.

Será importante sensibilizar as autoridades locais e as demais partes envolvidas em programas urbanos de enfrentamento das alterações do clima e noutras responsabilidades municipais (uso do solo, extensão agrícola, gestão dos espaços verdes), que afetam a agricultura urbana, em

relação ao seu potencial (e limitações) para contribuir para uma melhor adaptação à mudança climática.

Além disso, o potencial da agricultura urbana ou “Permacultura”, que é uma expressão originada do inglês “Permanent Agriculture”, criada por Bill Mollison e David Holmgren na década de 70 do século passado, busca retomar a produção harmonica de alimentos criados em condições que respeitem seus ciclos.

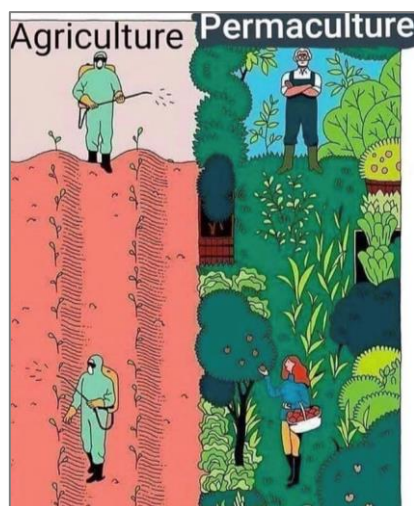


Imagem III.IV.XXXIII – Cartaz agricultura x permacultura (www.permacultura.com.br)

Ao longo dos anos ela tornou-se denominada como “Cultura Permanente”, pois passou a abranger uma ampla gama de conhecimentos oriundos de diversas áreas científicas, indo muito além da agricultura.

A Permacultura urbana pode ser usada na cobertura verde aproveitando material de compostagem para obter nutrientes, a criação de animais como fonte de proteína (leite ou ovos), dentre outros.

Para uma produção equilibrada, não pode haver dominação, e deve haver a contabilidade da produção para evitar sobras.

Faça reavaliações periódicas: a manutenção do sistema exige que as críticas sejam aceitas, os erros identificados e prontamente corrigidos através de constantes atualizações e aprimoramentos (www.permacultura.org.br).

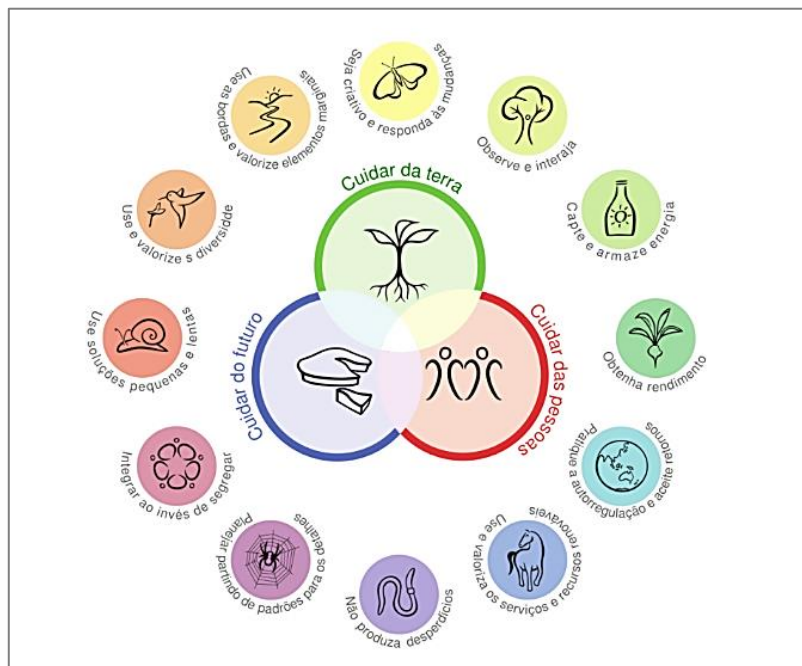


Imagem III.IV.XXXIV – Diagrama com os preceitos da Permacultura (www.permacultura.org.br)

“Desta maneira, os governantes das cidades e outros atores locais devem-se inspirar nos pilotos, idéias, intervenções e modelos de agricultura urbana replicáveis em inúmeras condições de melhoria no sistema de produção de alimentos no mundo, uma vez em 2017 foi constatado que a fome aumenta e afeta 821 milhões de pessoas (ONU-2020).”



Imagem III.IV.XXXV – Fotografia de crianças desnutridas na África (<https://nacoesunidas.org/>)

“Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário, não havia pobreza no mundo e ninguém morreria de fome.” (Mahatma Gandhi)

ESTUDO DE CASOS:

IV.I. METODOLOGIA DE PESQUISA:

Na busca por dados científicos quanto às características e vantagens da aplicabilidade das tipologias das coberturas e fachadas verdes e o emprego das hortas urbanas nos mesmos, foi estabelecida a criação de protótipos que analisassem a viabilidade deles.

Desta maneira foram analisados dois casos de estudo, sendo um deles um desenho alternativo para uma estufa na cidade portuguesa de Guimarães, a observar os dados climáticos visando a produção de vegetação e alimentos e o outro os dados higrotérmicos e acústicos na implantação de uma horta urbana a compor uma fachada verde na cidade brasileira do Rio de Janeiro, buscando assim suas vantagens e desvantagens, devido ao replanejamento devido a Pandemia.

Foram realizadas metodologias similares entre os dois protótipos, mas como as condições, objetivos e equipamentos usados são um pouco distintos entre os protótipos de Guimarães e o do Rio de Janeiro, por questões de clareza optou-se pela sua descrição no capítulo abaixo onde os ensaios são realizados.

IV.II. JUSTIFICATIVA:

Para a arquitetura contemporânea e para os habitantes dos centros urbanos, a análise e inclusão de uma cobertura e fachada verde como técnicas compensatórias para a drenagem urbana, conforto térmico e eficiência energética da edificação e sustentabilidade ambiental é relevante.

Esta prática agrega valor comercial, auxilia na redução da vazão de projeto afluente à rede pluvial nas regiões em que essa técnica for adotada, beneficia os habitantes e a propagação da flora e fauna local, além de poder atuar na produção de alimentos e diminuir as pegadas ecológicas, bem como as outras vantagens expostas no Estado da Arte e no Capítulo 2 deste trabalho.

IV.III. ESTUDO DE CASO 01 – GUIMARÃES.

Esta proposta surgiu como uma forma de realizar medições climáticas em dois períodos distintos, para compreender a influência de uma estufa para o cultivo de uma horta urbana durante o inverno e durante o verão no Norte de Portugal, porém como anteriormente explicado, os ensaios do verão foram alterados para o Rio de Janeiro, prejudicados pelo COVID-19.

IV.III.I. DAS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL.

Guimarães é uma cidade portuguesa situada no Distrito de Braga, região do Norte, com uma população de 54 097 habitantes, possuindo clima mediterrâneo com alta média pluviométrica durante o ano.



Imagem IV.III.I e IV.III.II – Fotografia de própria autoria demonstrando Guimarães (2020).

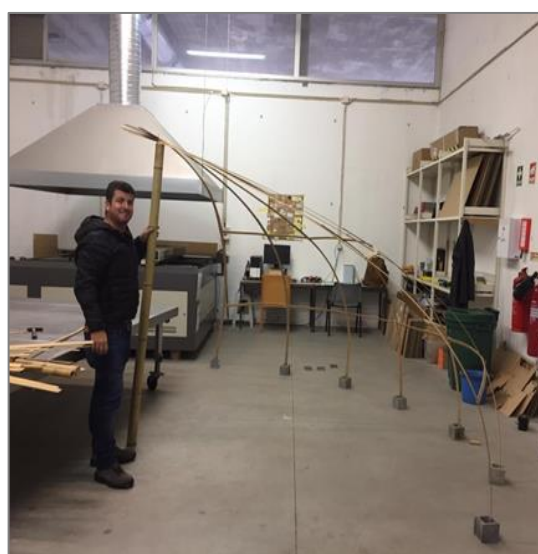
IV.III.II. EXECUÇÃO DO PROTÓTIPO DE GUIMARÃES:

Durante o período compreendido entre 26 de fevereiro e 14 de março de 2020, iniciou-se a primeira etapa deste estudo de caso, onde foram desenvolvidos basicamente quatro designs nas instalações da Escola de Arquitectura da Universidade do Minho, buscando uma melhor forma de construir uma espécie de horta urbana de modo a obter dados meteorológicos e diferenças de temperatura e umidade, que poderiam contribuir para a melhoria no cultivo de vegetação e alimentos no contexto da cidade de Guimarães.

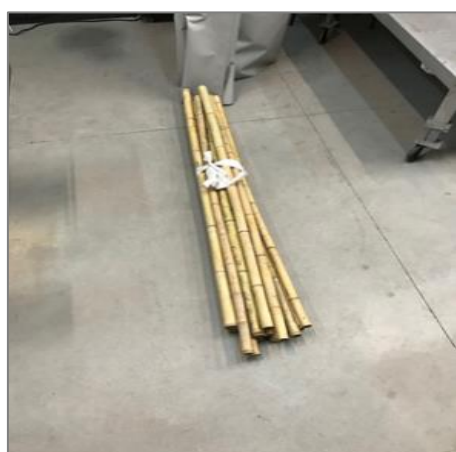
Cabe ressaltar que a elaboração destes protótipos objetiva a visualização das vantagens arquitetônicas e práticas do emprego de coberturas verdes, desta forma, a ter importância ímpar a obtenção dos resultados e suas características.

Os protótipos foram desenvolvidos com a reutilização materiais existentes na oficina de maquetes da Escola de Arquitectura da Universidade do Minho, buscando assim atuar de uma forma sustentável e simples para a realização das medições.

O primeiro protótipo desenvolvido possuía uma forma geodésica, utilizando um pilar central em bamboo, vigas em madeirite unidas por parafusos e bases de tijolos para sua sustentação, e seria coberto por uma membrana de filme de PVC, porém, este protótipo foi julgado um tanto quanto frágil, além de sua forma acabou por lembrar uma Oca indígena (vide imagens abaixo), o que levou ao desenvolvimento do segundo protótipo.



Imagens IV.III X. & IV.III XI. – Fotografias by Lujain e de própria autoria demonstrando o protótipo 01 em desenvolvimento.



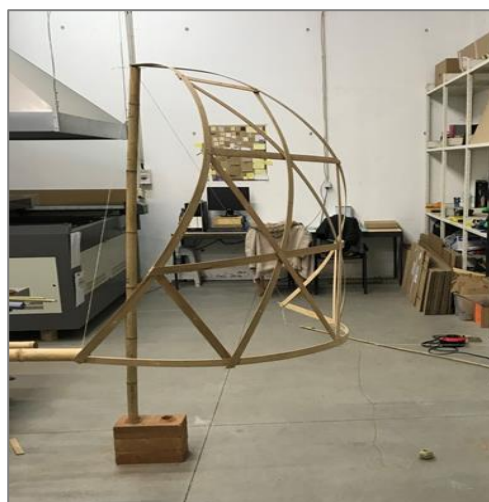
Imagens IV.III XII. & IV.III XIII. – Fotografias de própria autoria demonstrando o protótipo 02 rev.b em desenvolvimento.

Desta maneira, fez-se necessário o retorno à prancheta e desenvolveram-se os protótipos 02, 03 e 04 onde o foco foi adequar a estrutura para que esta se estabilizasse e possuísse um design

adequado a um projeto arquitetônico com forma adequada e relevante conforme obtido no Protótipo 04.



Imagem IV.III XIV. – Fotografia de própria autoria demonstrando o protótipo 03 em desenvolvimento.



Imagens IV.III XV & IV.III.XVI – Fotografias de própria autoria demonstrando o protótipo 03.b em desenvolvimento.

Nesta primeira etapa da criação do protótipo utilizado surgiu espontaneamente, por meio da observação de formas, inspiração dos colaboradores, elaboração de croquis, bem como estimulado nas reuniões realizados e “brainstorms” sobre formas e projetos já existentes, como por exemplo o Ecoboulevard de Vallecas (vide imagem Imagens III.II.XV.).

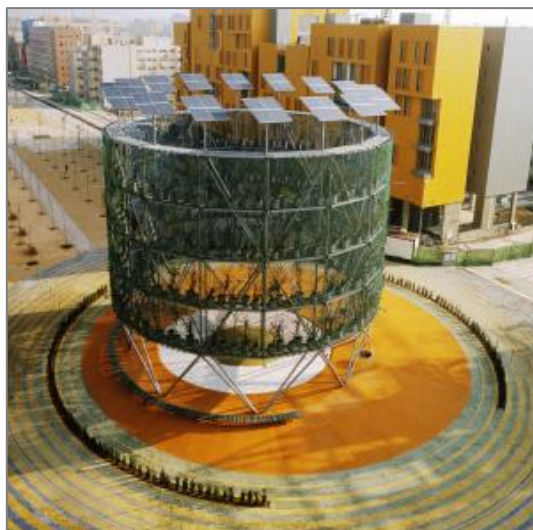
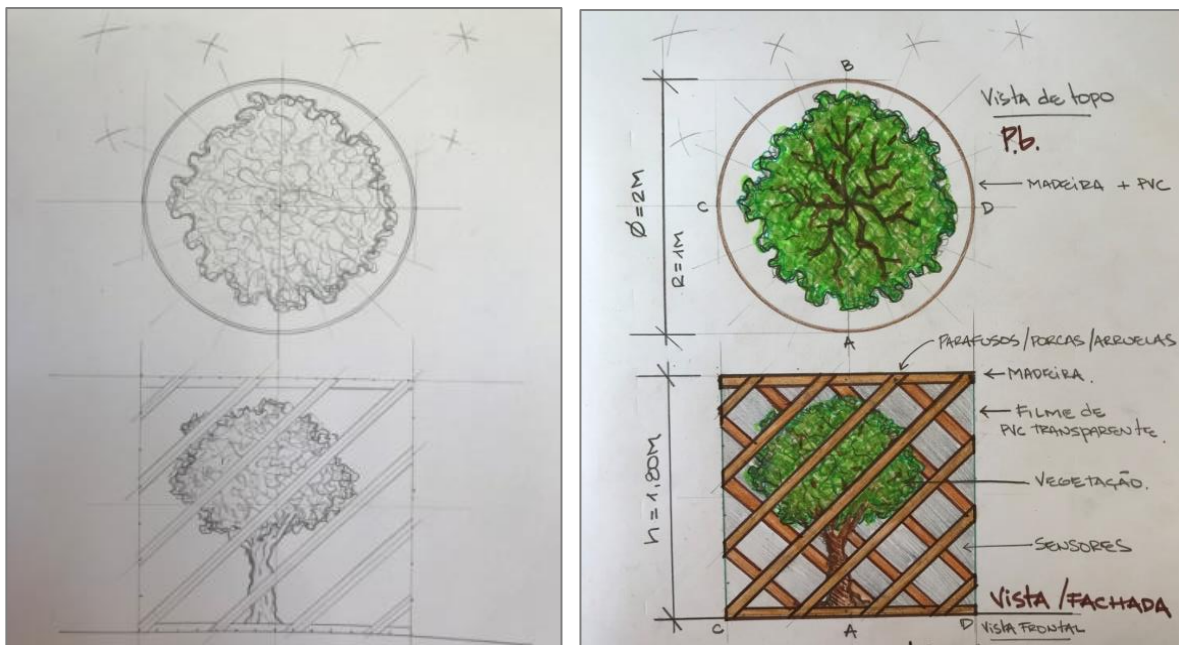


Imagem IV.III.XVII - Desenho do Eco-Boulevard de Vallecas utilizado como referência – Madrid (Retirado de <http://www.ecoeficientes.com.br/ecoboulevard-de-vallecas/eco-boulevard01>).



Imagens IV.III.XVIII & IV.III.XIX .– Desenvolvimento de croquis criados como concepção do protótipo 04.

Cabe ressaltar que os protótipos haviam sido idealizados também para serem utilizados no workshop da 2ª jornada da Ciência que seria realizado no dia 07 de março de 2020 e que acabou por ser cancelada dada a evolução do quadro epidémico do COVID-19, conforme determinação da Direção Geral da Saúde (DGS) e informação 005/2020, e recomendação da ECUM.



Imagens IV.III.XX – Comunicado fechamento de toda Universidade do Minho.

Novamente este assunto vem à tona, pois durante o período houve o encerramento da Universidade do Minho, Campus Azurém, bem como a respectiva oficina que estava a ser utilizada para a elaboração e montagem dos protótipos, causando transtorno no desenvolvimento desta etapa do trabalho, o que necessitou da procura por novo local para o desenvolvimento, confecção e a realização das medições em condições adversas as inicialmente planeadas.

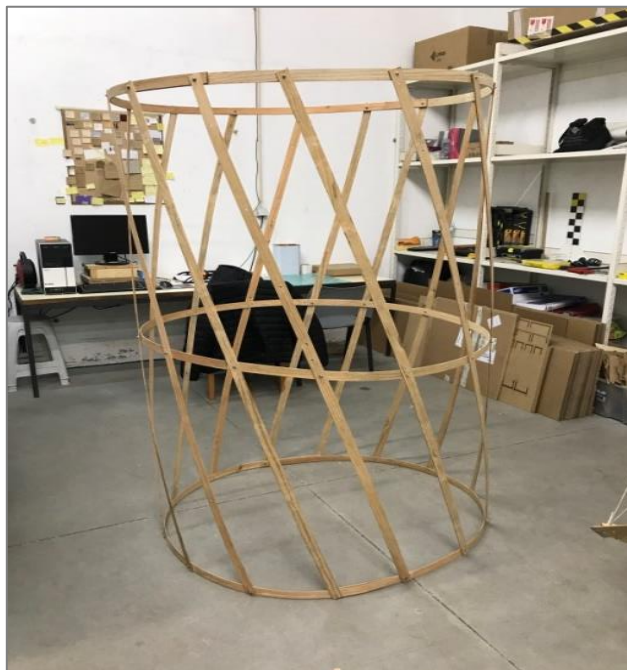


Imagem IV.III.XXI. – Fotografia de própria autoria do protótipo 04 em desenvolvimento na oficina.

Devido à inviabilidade de acesso a universidade, buscaram-se diversas localizações alternativas para o experimento, mas devido a preocupação quanto ao uso do espaço público da cidade sem a devida autorização, bem como a manutenção da segurança do protótipo e da estação meteorológica, optando por um espaço privado.



Imagem IV.III.XXII. – Fotografia de própria autoria demonstrando a busca por locação adequada.

Graças aos conhecimentos e perseverança conseguimos uma locação externa adequada localizada no Largo Nossa Senhora da ME. De Deus, onde o protótipo pode ser finalizado e os equipamentos de medições climáticas foram instalados em segurança.



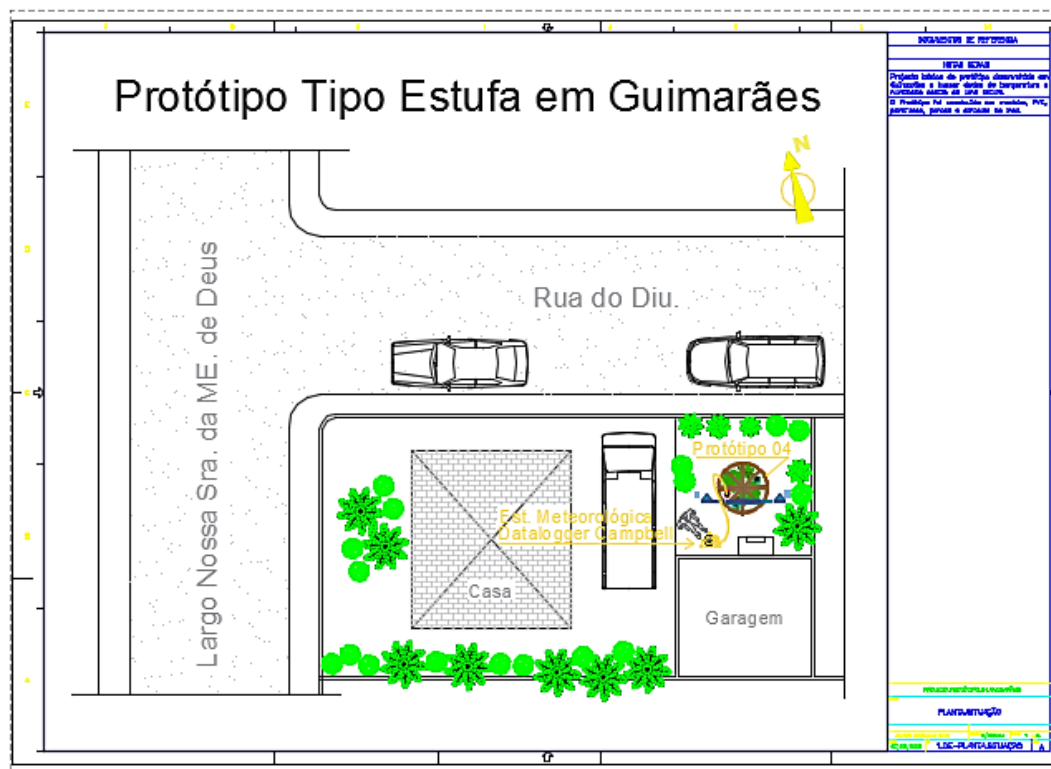
Imagens, IV.III.XXIII, IV.III.XXIV, IV.III.XXV & IV.III.XXVI – Fotografias demonstrando o protótipo 4.

O protótipo 04 possui 1,90m de altura e um diâmetro de 1,60m, construído com 20 ripas de madeira, parafusos, arruelas e roscas, 4 metros de membrana de PVC transparente no corpo e uma cúpula revestida parte com uma tela e parte com uma manta geotérmica.



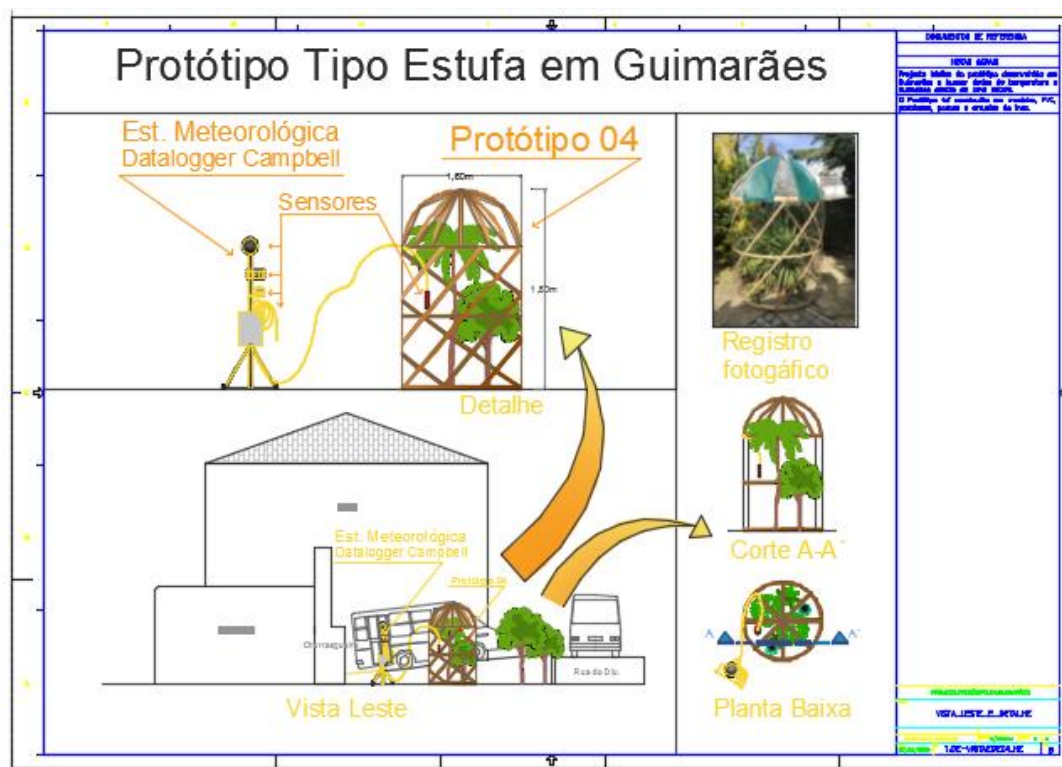
Imagem IV.III.XXVII – Fotografias de própria autoria demonstrando o protótipo 4 concluído e realizando medição.

A seguir podemos em planta, vista, corte e detalhe, o posicionamento do Protótipo 04 no terreno e onde foram locados os sensores durante a experiência.



Imagens IV.III.XXVIII – Situação e vista com o posicionamento do protótipo da locação dos sensores.

Em função da pandemia mundial houve uma impossibilidade no prosseguimento da medição e interação com os outros alunos que estariam colaborando nos estudos e devido à suspensão de vôos, bem como sobre a influência na histeria da mídia sobre a propagação do COVID-19 houve encurtamento dos ensaios conforme programado, mas os dados coletados e analisados seguem analisados e apresentados no próximo capítulo.



Imagens IV.III.XXVIX – Planta de Situação e vista lateral demonstrando o posicionamento do protótipo 4, bem como detalhe da locação dos sensores.

IV.III.II. Referente aos dados de monitoramento e pesquisa – Protótipo 04:

As medições ocorreram entre os dias 11 e 15 de março de 2020 utilizando a estação meteorológica modelo Datalogger Campbell Scientific CR10X, 3 Temperature and moisture sensor Campbell Scientific CS 215 obtendo os dados demonstrados no Gráfico IV.I:

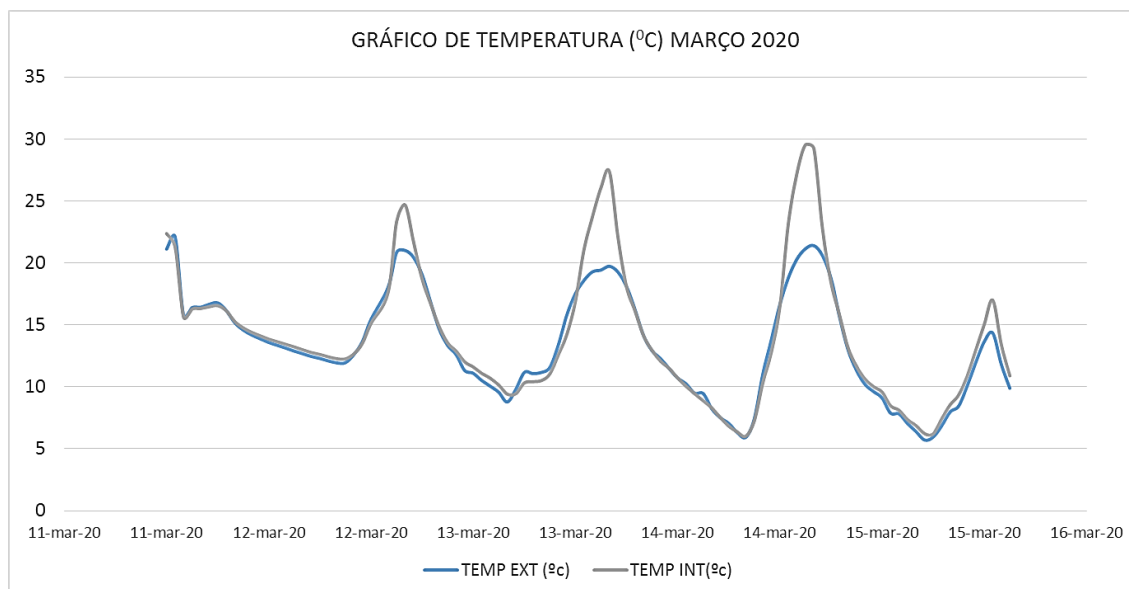


Gráfico IV.I – Demonstrativo dos resultados das medições no protótipo 04.

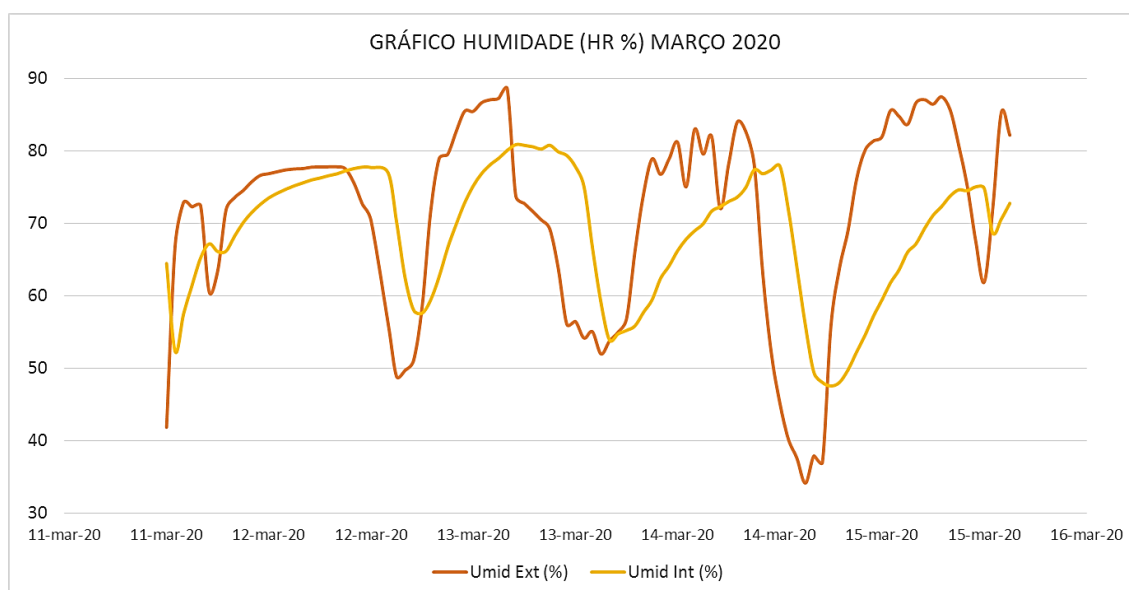


Gráfico IV.II – Demonstrativo dos resultados das medições no protótipo 04.

Conforme dados acima expostos, a temperatura interna **manteve-se relativamente mais alta entre 4°C e 9°C durante o período diurno**, devido à radiação solar.

No período noturno pode ser observado que a temperatura se manteve muito semelhante a exterior por ter optado por uma cobertura de coroamento semi-vazada, ou seja, não valorizando o efeito estufa, o que parece bom para o verão, mas não muito útil para o inverno.

Quanto à humidade relativa no interior, a estufa oscilou entre $HR_{Mínima}=48\%$ e $HR_{Máxima}=80\%$ contabilizando um $\Delta HR=32\%$.

Relativo ao exterior, a humidade relativa (HR) alcançou entre $HR_{Mínima}=35\%$ e $HR_{Máxima}=89\%$ contabilizando um $\Delta HR=54\%$.

Esses dados podem ser considerados um bom resultado experimental para a manutenção e desenvolvimento das espécies vegetais.

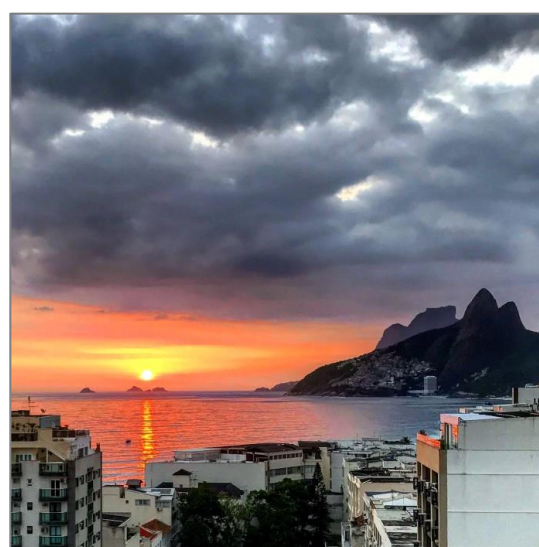
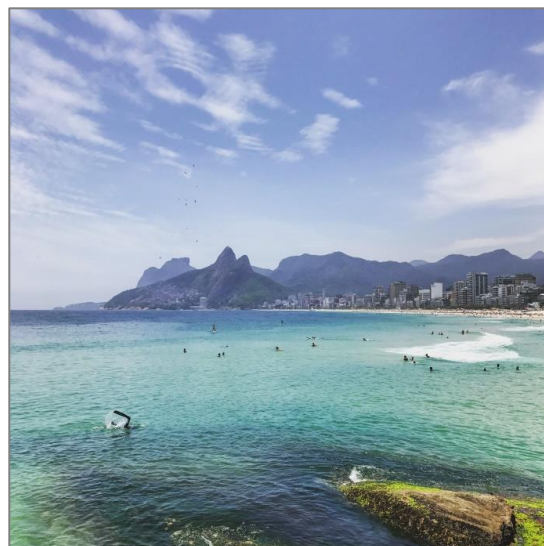
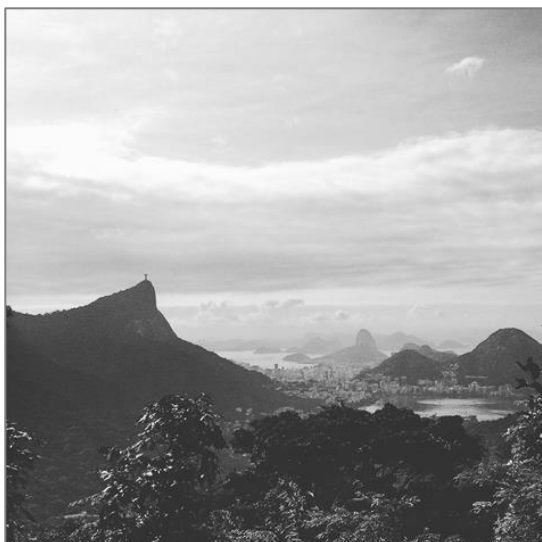
Por fim, ficaram entendidas as variáveis e o teste da flexibilidade da pesquisa, levando ao entendimento que os protótipos simples podem levar a amplas vantagens quanto à diminuição das variações climáticas diárias dentro delas, facilitando o cultivo de plantas e vegetais durante os climas frios e naturalmente adversos a esta prática.

IV.IV. ESTUDO DE CASO 02 – PROTÓTIPO NO RIO DE JANEIRO.

Esta proposta surgiu como uma maneira alternativa de realizar as pesquisas climáticas, para compreender a influência de uma fachada verde com foco no cultivo de uma horta urbana durante determinado período na Cidade do Rio de Janeiro - Brasil.

IV.IV.I DAS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL:

“Rio de Janeiro é a segunda maior cidade do Brasil com população estimada pelo IBGE em julho de 2019 de 6.718.903 habitantes e possui clima tropical semiúmido.



Imagens IV.IV.I, IV.IV.II, IV.IV.III & IV.IV.IV – Paisagens do Estado do Rio de Janeiro – Fotografias próprias

Os verões costumam possuir temperaturas que superam os 40°C e alta humidade e ocasionalmente com temporais, o que traz alta relevância para a aplicação de coberturas verdes.



Imagem IV.IV.V – Enchente no Rio no verão de 1966 (www.ebc.com.br/)



Imagem IV.IV.VI – Enchente no Rio no verão de 2011 (www.recicloteca.org.br)

IV.IV.II. EXECUÇÃO DO PROTÓTIPO DO RIO DE JANEIRO:

Esta proposta teve como objetivo a realização de uma pesquisa relativa ao conforto higrotérmico e acústico em duas varandas de uma edificação habitacional de classe econômica média/alta com 23 pavimentos e seis apartamentos por andar.

O edifício “Playa del Mago” fica localizado no bairro da Barra da Tijuca no litoral da Cidade do Rio de Janeiro – Brasil, em uma faixa de terra entre o mar e a Lagoa da Tijuca – 23°00′33″S / 43°19′45″.

Este local possui características de ventos fortes, predominantemente de Leste quando o clima está bom e Sudoeste quando entram as frentes frias vindas do Sul do país. Devido à proximidade do mar, existe com frequência a projeção da maresia para o interior do continente.

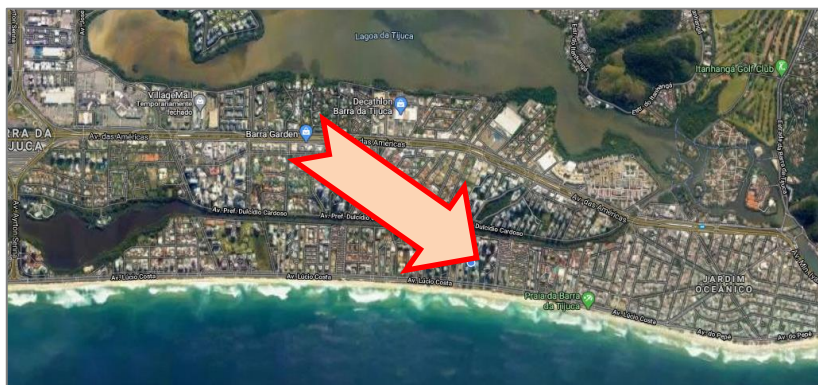


Imagem IV.IV.XI – Edifício Playa del Mago na Barra da Tijuca – Localização do protótipo (www.googlemaps.com)

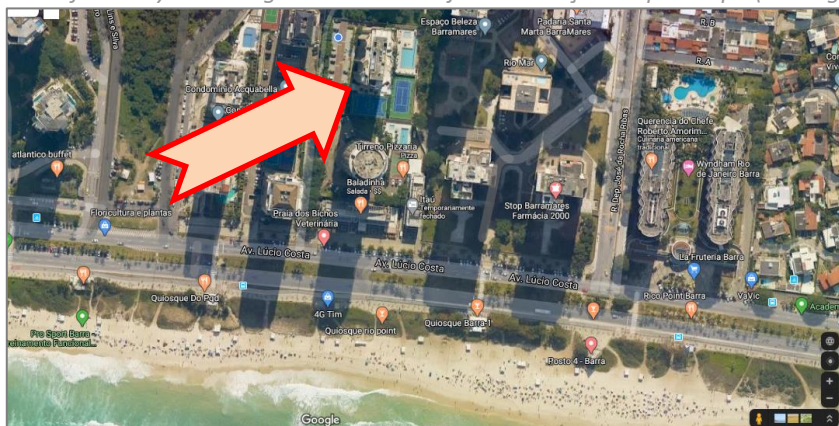


Imagem IV.IV. XII – Edifício Playa del Mago na Barra da Tijuca – Localização do protótipo (www.googlemaps.com)

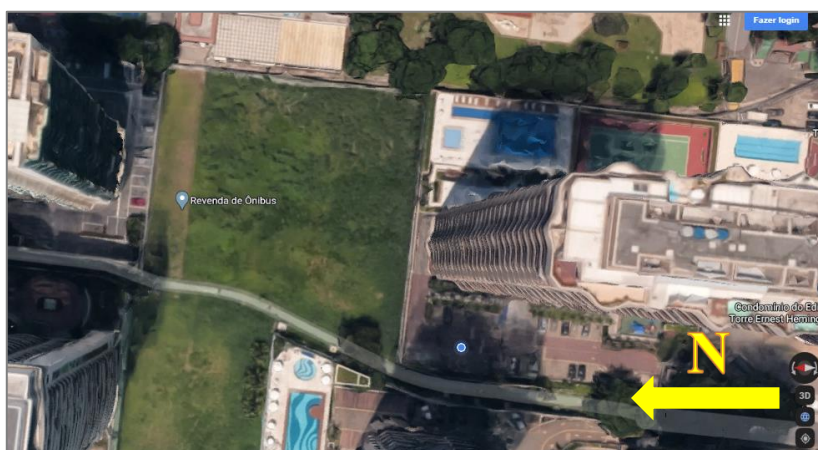


Imagem IV.IV.XIII – Edifício Playa del Mago na Barra da Tijuca – Localização do protótipo (www.googlemaps.com)



Imagem IV.IV.XIV – Edifício Playa del Mago – Localização do protótipo - fotografia de própria autoria.

O protótipo desenvolvido ocupa a fachada da varanda 01 da unidade 1803 do edifício a uma altura aproximada de 82m de altura relativa ao solo. A varanda possui dimensão aproximada de cerca de 15m² (2,50m x 5,90m), revestida nas paredes externas com “Cerâmica artesanal Sacramento” nas medidas de 10x10cm e no piso com “Cerâmica Incepa – Duomo Ivory” de 40x40cm com Tozeto “Verde Ubatuba” de 10x10cm e possuindo um guarda corpo em alumínio a cerca de 1,25m de altura e vidro na parte de baixo, fixados em granito.

Estima-se que os 25 vasos que compõem o protótipo comportem cerca de 1m³ de terra e substratos, distribuídos pela linha do guarda-corpo da varanda, onde em média são necessários 6 litros de água diariamente quando a umidade está baixa (abaixo de 40%) e cerca de 3 litros com o clima úmido (acima de 70%) conforme estudo entre os meses de Março e Maio de 2020.



Imagem IV.IV.XV – Edifício Playa del Mago – Croqui do protótipo - Autoria própria.

Como descrito e visualizado acima, trata-se de um protótipo de fachada verde composto por uma horta urbana.

A parte acima do guarda corpo possui fixada em uma tela de proteção anti-queda, feita de nylon, preenchida por sete plantas (pés) de duas espécies de Maracujás (*Passiflora edulis* e *Passiflora edulis red*) plantado em vasos com solo e substrato, juntamente com a produção de outras espécies, igualmente em vasos, tais como tomates (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), pimentas (*Capsicum baccatum*, *Capsicum frutescens* ou *Piripiri* e *Capsicum annuum* conhecida também como *Pimientos de Padrón*), abobrinhas e melancias (famílias da *cucurbitáceas*) e condimentos diversos.

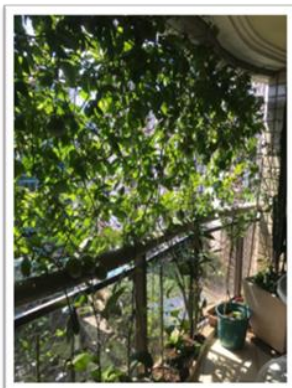


Imagem IV.IV.XVI, IV.IV.XVII & IV.IV.XVIII – Vistas internas da varanda do apartamento 1803 – Locação do protótipo -fotografias de própria autoria.

O protótipo foi intensificado mais precisamente há cerca de um ano devido à evolução do tema para esta pesquisa.

O posicionamento do edifício permite que a varanda do apartamento 1803 tenha posicionamento frontal para 16° Norte e com insolação constante nos períodos da manhã, mas principalmente da tarde (cerca de 5 às 7hs por dia dependendo da estação).

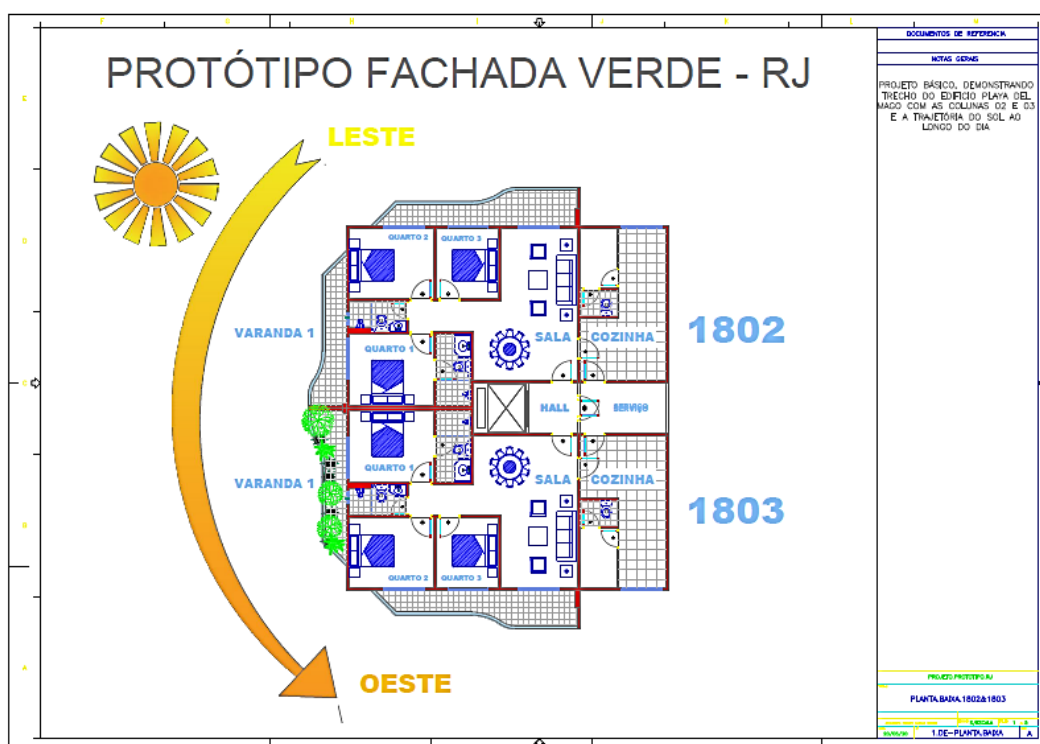


Imagem IV.IV.XIV– Anexo A - Edifício Playa del Mago – Colunas 02 & 03 e posicionamento solar

A varanda do apartamento de baixo, o número 1703, cujas condições de posição, exceto altura relativa, são similares, mas é ocupado apenas por aparelhos de ar condicionado tipo split, tendo sido utilizada como forma de obter um comparativo entre dados climáticos, diferenças de temperatura e umidade, para compreender o conforto climático e eficiência energética que este tipo de intervenção e uso reflete na arquitetura.

A moradora do apartamento permitiu a instalação dos equipamentos, mas não foi muito complacente com fotografias e com a coleta dos dados, o que levou uma medição mais pontual do apartamento 1703, mas como além dos relatos pontuais, uma vez que os equipamentos salvam os dados das temperaturas e humidades mínimas e máximas diárias, o que foi compreendido como suficiente para realizar amostras comparativas.

Por se tratar do Hemisfério Sul, o mês de Março é o período final do verão (Equinício de Outono: 20 e 21 de Março) com o nascer do Sol próximo às 6 horas da manhã e seu poente por volta das 18 horas (6hs da tarde), tendo dos dias sem núvens os índices UV normalmente altos.



Imagem IV.IV.XX – Edifício Playa del Mago – Fotografia externa tirada de edifício próximo – Autoria de Nico Lopez Lan e edição própria.

Por se tratar do Hemisfério Sul, o mês de Março é o período final do verão (Equinício de Outono: 20 e 21 de Março) tendo assim o nascer do Sol próximo às 6 horas da manhã e seu poente por volta das 18 horas (6hs da tarde), tendo dos dias sem núvens os índices UV normalmente altos.

Para realizar as medições foram adquiridas 04 estações climáticas dos modelos abaixo:

- Duas unidades da Estação meteorológica termo-higrômetro – Marca: JIAXI – Modelo: HTC-2a;
- Duas unidades da Estação meteorológica – com sensor wireless – Marca: BALDR – Modelo: B0317ST2H2-V3

Desta forma foram criados para a metodologia, três pontos de medição de temperatura e humidade:

- Interior da edificação: Suíte Casal (Principal BALDR x2);
- Varanda: (Extensão Wireless BALDR e Principal JIAXI x2);
- Exterior da edificação (Extensão JIAXI x2).

Os equipamentos possuem a capacidade de medir a temperatura e a humidade relativa do ar e foram instaladas nos dois apartamentos (1803 e 1703), ambos com sensores posicionados da seguinte forma:

- Estação Meteorológica JIAXI: Foi instalada na parede da varanda com o termómetro extensor externo posicionado em uma vara de bambu que a estendia para cerca de 70cm para o exterior da edificação, viabilizando a medição da temperatura ambiente sem contágio com a radiação da fachada.
- Estação meteorológica - sensor wireless – Marca: BALDR: Foi posicionada no interior da edificação (quarto) e seu sensor sem fio instalado na varanda abaixo do sensor principal da Estação Meteorológica JIAXI, viabilizando assim tanto o comparativo entre o quarto e a varanda, como o comparativo entre dois equipamentos posicionados no mesmo local.

Para melhor visualização do posicionamento dos sensores, abaixo foi incluído um desenho esquemático:



Imagem IV.IV.XXI – Edifício Playa del Mago – Apt 1803 e posicionamento dos sensores na varanda 1

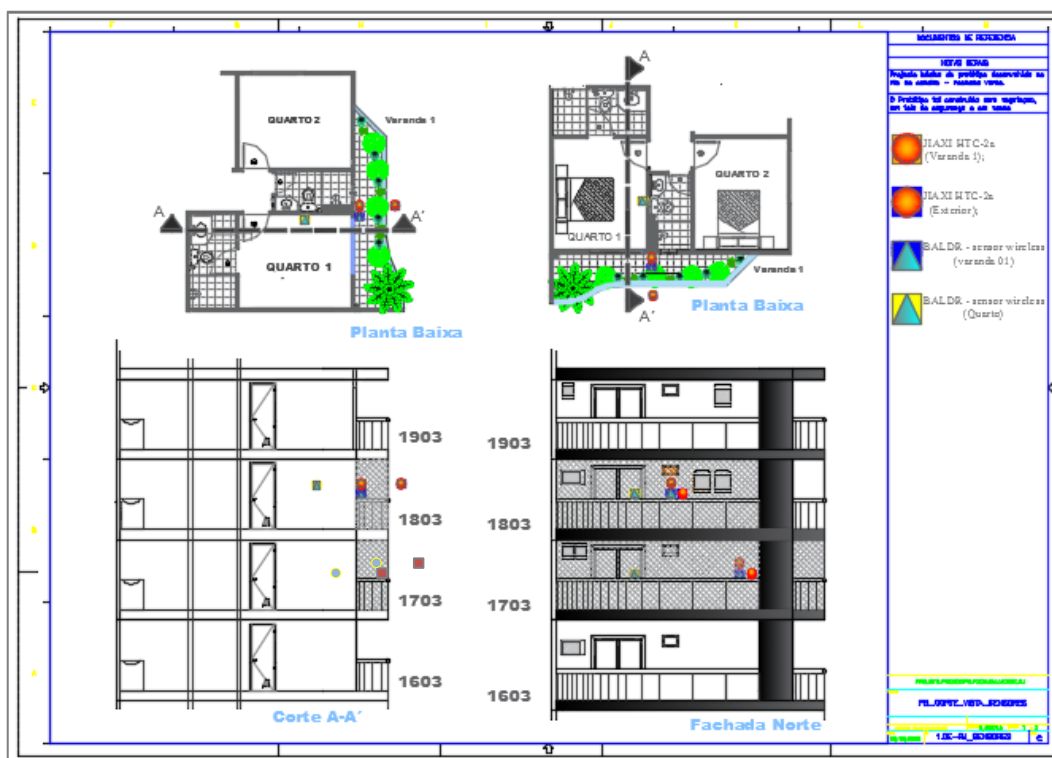
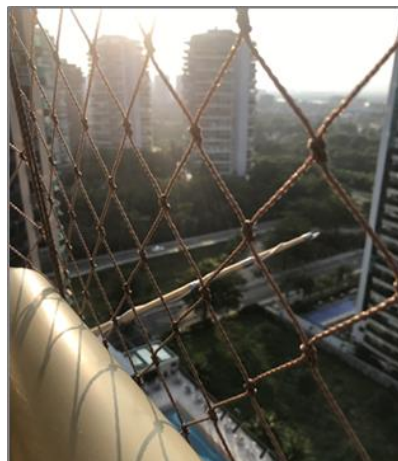


Imagem IV.IV.XXII –Planta Baixa, Corte A-A' e fachadas - Apartamentos:1603, 1703, 1803 e 1903



Imagens IV.IV.XXIII & IV.IV.XXIV – Posicionamento das estações meteorológicas BALDR e JIAXI na varanda do apartamento 1803- Fotografias de propria autoria.



Imagens IV.IV.XXV & IV.IV.XXVI– Posicionamento das estações meteorológicas BALDR e JIAXI na varanda do apartamento 1703- Fotografias de propria autoria.



Imagens IV.IV.XXIV & IV.IV.XXV – Comparativo de valores das Estações meteorológicas BALDR (30,2°C e HR58% às 12:03hs e 30,1°C e HR61% às 12:09hs) e JIAXI (30,2°C e HR60% às 12:03hs e 30,1°C e HR61% às 12:09hs) - Fotografias própria autoria..

Os equipamentos adquiridos para a realização dos ensaios, apesar de não serem produtos profissionais, aferidos e com ampla fidedgnidade, se comportaram estáveis e com semelhança de dados na varanda do apartamento 1803 (protótipo fachada verde) não ultrapassando um $0.6^{\circ}\Delta T$ e um ΔHR de 6%. Apesar da similaridade, para os dados das varandas foram adotados os dados dos aparelhos BALDR, por ter maior rigor maior que a Estação JIAXI.

Contudo, durante as medições em período diurno na varanda do apartamento 1703, foram percebidas diferenças de $1.2^{\circ}\Delta T$ e um ΔHR de 13%. Acredita-se que esta divergência se deve a radiação solar incidente sobre a parede da varanda.

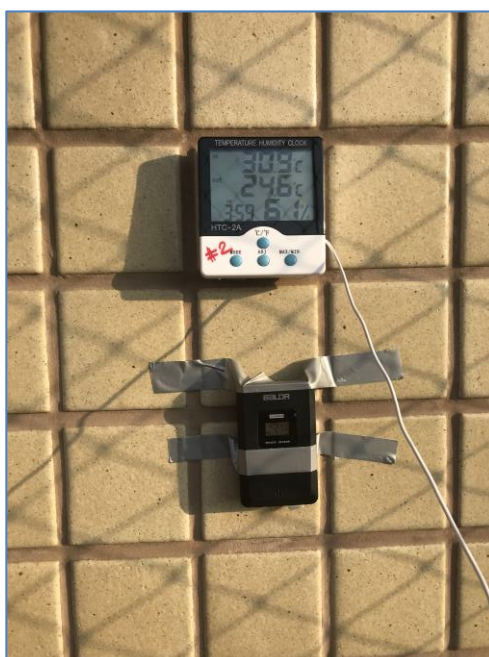


Imagem IV.IV.XXIX –Estações meteorológicas BALDR e JIAXI (1703) - Fotografias de própria autoria.

Apesar de realizar um monitoramento contínuo durante 45 dias, a fotografia das medições apresentadas é datada entre os dias 15 e 19 de maio de 2020, onde podemos ver o comportamento da varanda com o protótipo e da varanda isenta de vegetação.

IV.III.III. Dados de monitoramento e pesquisa.

Em um primeiro olhar é possível notar que em ambos os gráficos (Apartamentos 1803 e 1703), tanto a temperatura quanto a umidade se comportam como uma senoide conduzidas pelo clima externo, o que se apresentam como normal e esperado. Existem dois extremos durante o dia (frio e calor) que causam este efeito nos dados coletado.

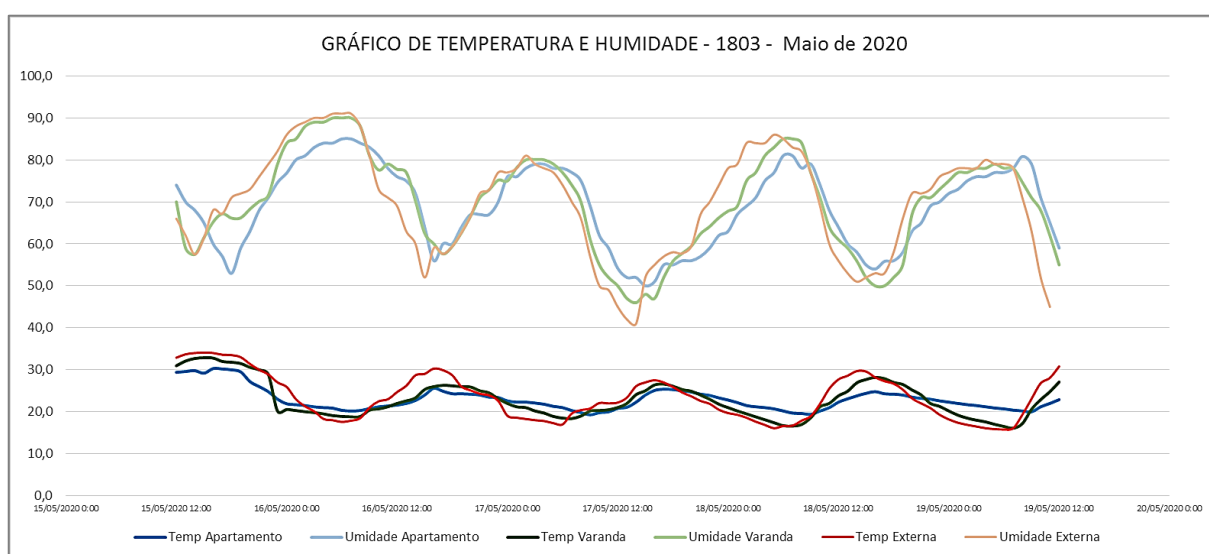


Gráfico IV.II – medições apartamento 1803 – Própria autoria.

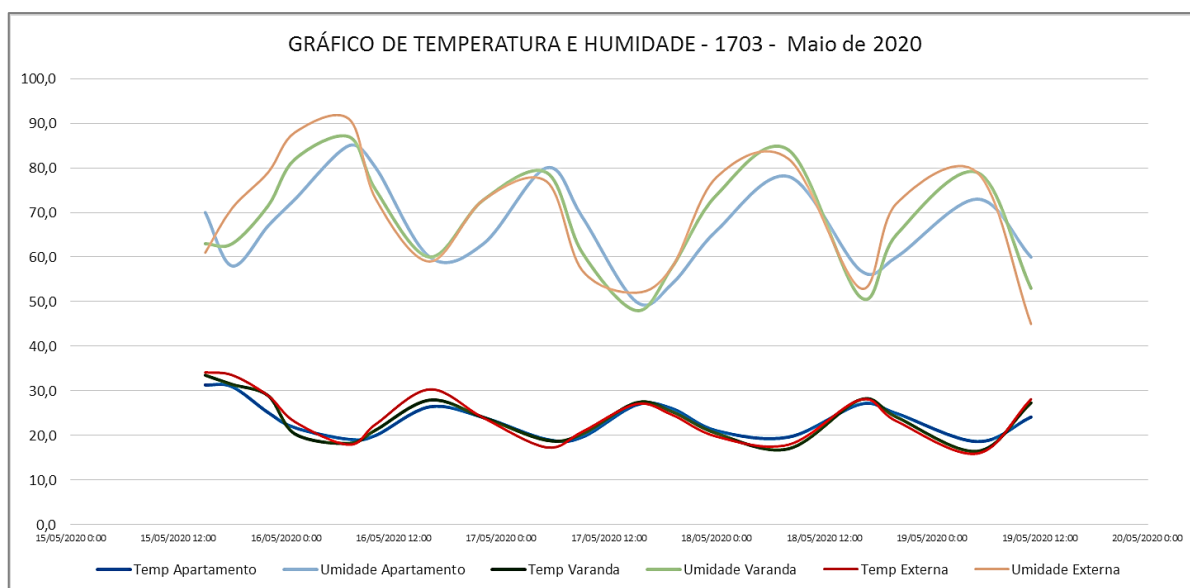


Gráfico IV.III – Medições apartamento 1703 – Própria autoria.

Contudo, conforme demonstrado no gráfico comparativo a seguir, a presença de um efeito estufa, ou retardador das oscilações das temperaturas e humidades é mais ameno no protótipo,

apresentando além deste efeito retardante, um poder de reduzir a amplitude térmica e a variação na humidade relativa do ar.

No Apartamento **1703**, que não possui a fachada verde, as temperaturas e humidades mínimas e máximas foram:

- Quarto: temperatura mínima (18,6°C no dia 19/05/2020 às 05h00min);
- Quarto: temperatura máxima (31,3°C no dia 15/05/2020 às 13h00min);
- Quarto: humidade mínima (50% no dia 17/05/2020 às 15h00min);
- Quarto: humidade máxima (85% no dia 16/05/2020 às 07h00min);
- Varanda: temperatura mínima (16,4°C no dia 19/05/2020 às 05h00min);
- Varanda: temperatura máxima (33,5°C no dia 15/05/2020 às 13h00min);
- Varanda: humidade mínima (48% no dia 17/05/2020 às 15h00min);
- Varanda: humidade máxima (87% no dia 16/05/2020 às 07h00min);
- Exterior: temperatura mínima (15,9°C no dia 19/05/2020 às 05h00min);
- Exterior: temperatura máxima (34,1°C no dia 15/05/2020 às 15h00min);
- Exterior: humidade mínima (45% no dia 19/05/2020 às 11h00min);
- Exterior: humidade máxima (91% no dia 16/05/2020 às 07h00min);

No Apartamento **1803**, que possui a fachada verde, as temperaturas e humidades mínimas e máximas foram:

- Quarto: temperatura mínima (19,3°C no dia 17/05/2020 às 09h00min);
- Quarto: temperatura máxima (30,3°C no dia 15/05/2020 16h00min);
- Quarto: humidade mínima (50% no dia 17/05/2020 15h00min);
- Quarto: humidade máxima (85% no dia 16/05/2020 06h00min e 07h00min);
- Varanda: temperatura mínima (16,1°C no dia 19/05/2020 às 07h00min);
- Varanda: temperatura máxima (32,9°C no dia 15/05/2020 15h00min);
- Varanda: humidade mínima (46% no dia 17/05/2020 14h00min);
- Varanda: humidade máxima (90% no dia 16/05/2020 05h00min e 06h00min);
- Exterior: temperatura mínima (15,9°C no dia 19/05/2020 às 05h00min);
- Exterior: temperatura máxima (34,1°C no dia 15/05/2020 às 15h00min);
- Exterior: humidade mínima (45% no dia 19/05/2020 às 11h00min);
- Exterior: humidade máxima (91% no dia 16/05/2020 às 07h00min);

Cabe ressaltar que em condições de forte vento, os valores das temperaturas e humidades das varandas com ou sem vegetação se comportam relativamente da mesma forma, pois o vento permeia rapidamente na fachada verde, diminuindo a diferença na variação térmica citada.

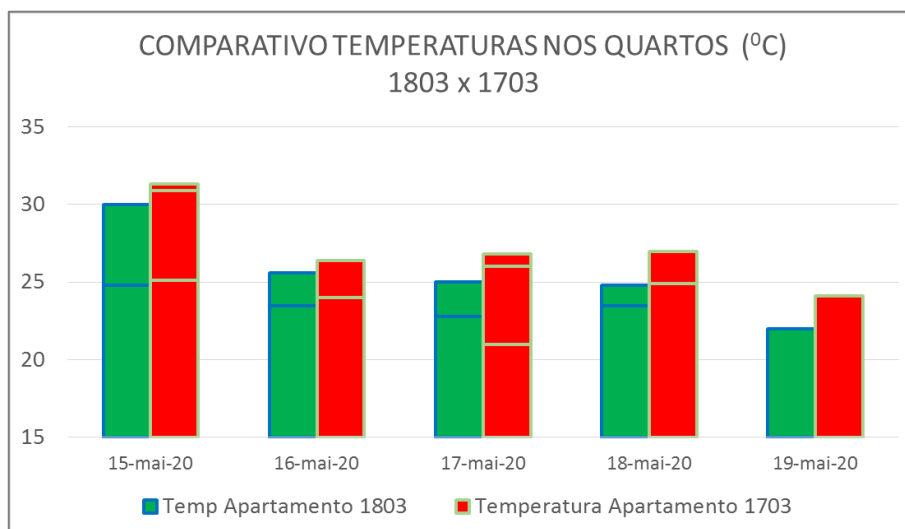


Gráfico IV.IV – Comparativo temperaturas nos quartos 1803 x 1703

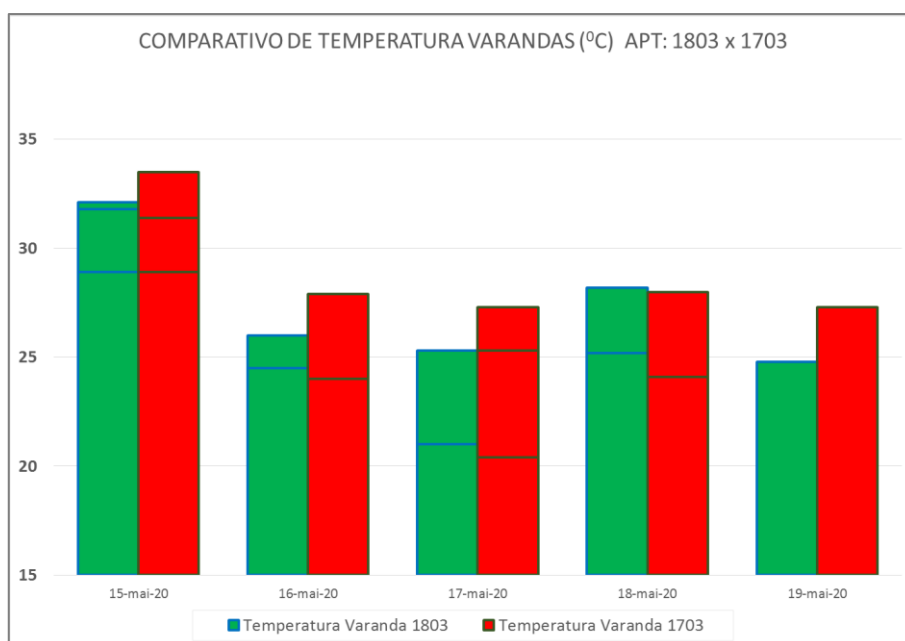


Gráfico IV.V – Comparativo temperaturas nas varandas 1803 x 1703

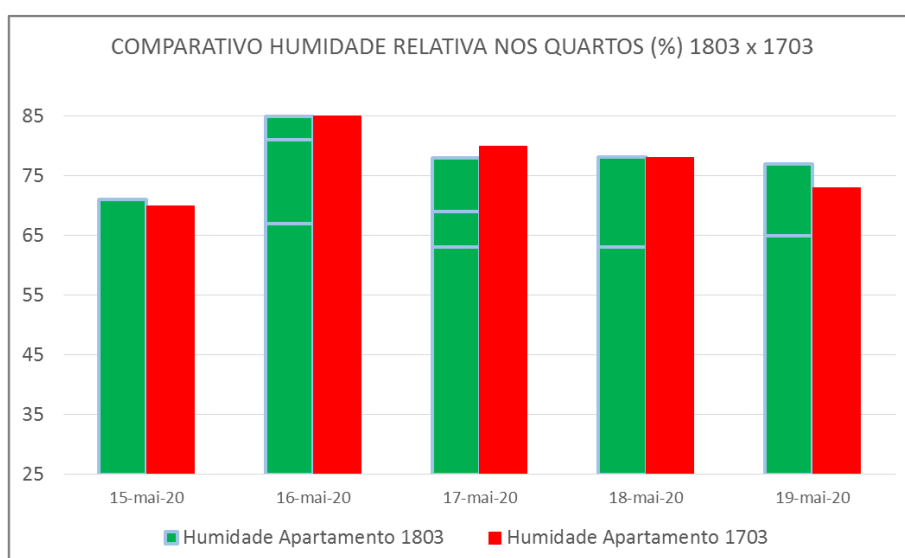


Gráfico IV.VI – Comparativo humidades nos quartos 1803 x 1703

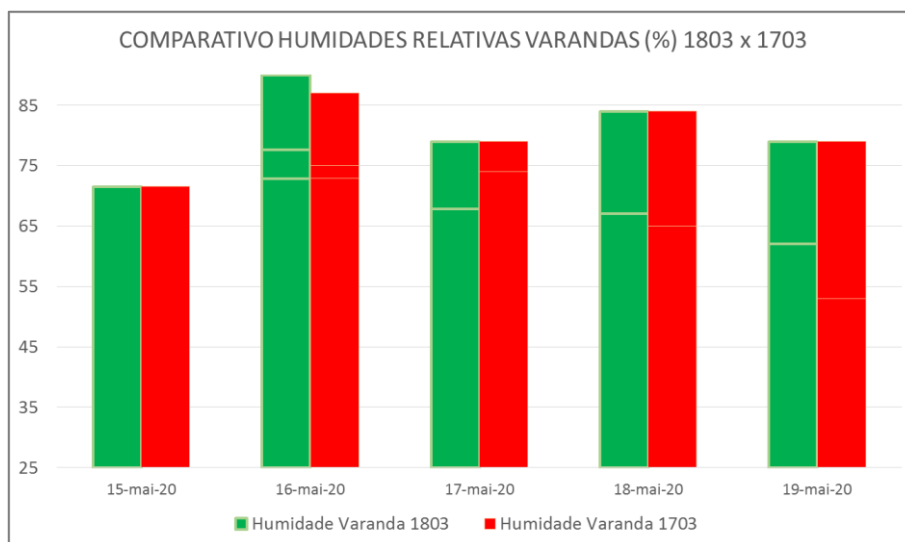


Gráfico IV.VII – Comparativo humidade nas varandas 1803 x 1703 – Própria autoria.

Mediante os resultados pode ser considerado que:

No quarto do apartamento 1803 os resultados apresentam um ΔT cerca de 1°C a aproximar mais a temperatura ambiental da faixa de conforto térmico ideal.

O ΔHR acompanhou os resultados da temperatura apresentando uma melhor condição de humidade para o interior do quarto em comparação ao quarto do 1703.

Na varanda apresentaram um resultado intermediário quanto aos resultados dos quartos, servindo como um amortecedor das temperaturas e humidades, principalmente nos horários de pico, para menos ou para mais.

IV.IV.IV Ensaios acústicos:

As plantas possuem capacidade de absorção sonora?

As coberturas e paredes verdes vêm sendo cada vez mais utilizados em ambientes urbanos para atenuar a poluição sonora, pretendeu-se verificar qual a veracidade desta hipótese.

Por se tratar de um sistema composto por vegetação plantada em substrato localizado no piso, posteriormente instalado para crescer sobre uma tela na fachada, será que próprias folhas das plantas são responsáveis por dispersar e absorver o som de forma moderada ou significativa?

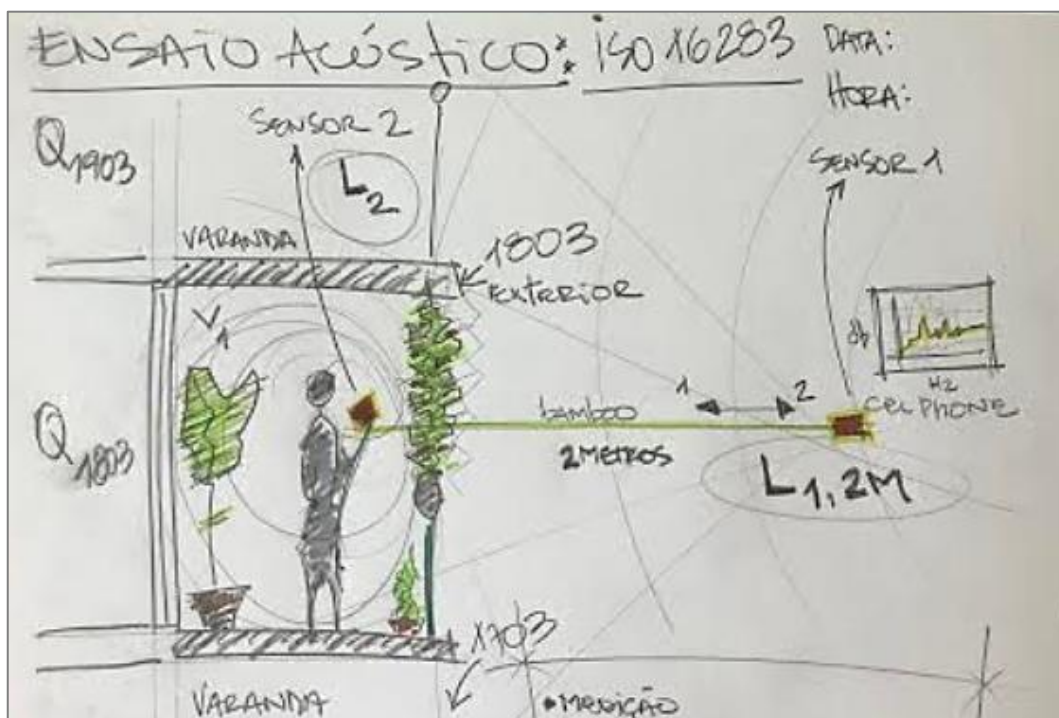


Imagem IV.IV.XXX – Esquemático ensaio acústico.

Desta forma, foram realizados ensaios de campo para avaliar e quantificar a existência deste benefício na varanda 1 do apartamento 1803 quanto ao ruído aéreo recebido na fachada verde.

Para a realização das medições e cálculos, foram utilizados os equipamentos: Iphone XI e um Iphone 7 com os aplicativos Decibel X e ClapIR.



Imagem IV.IV.XXXI – Fotografia do aplicativo (www.play.google.com/store.)

"Decibel X" é um dos poucos aplicativos medidores de som no mercado que tem medições altamente confiáveis e pré-calibradas e suporta frequências ponderadas: ITU-R 468, A, B, C, Z. Com rigor confiável: o aplicativo é cuidadosamente testado e calibrado para a maioria dos aparelhos. A precisão corresponde aos dispositivos SPL reais.



Imagem IV.IV.XXXII – Realização de ensaio acústico.

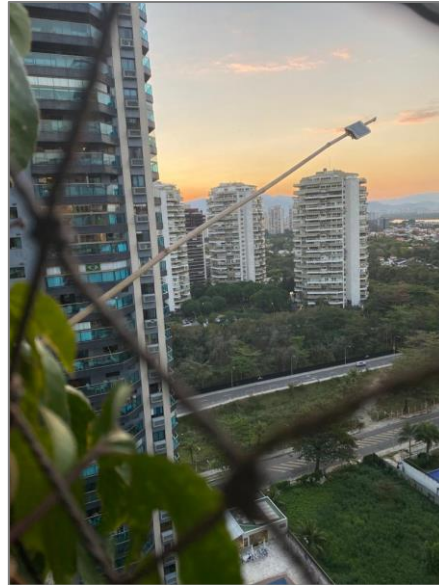


Imagem IV.IV.XXXIII – Realização de ensaio acústico.

METODOLOGIA 01:

Os requisitos de desempenho acústico realizado “*in Situ*” buscaram seguir a Norma: PT-EN-ISO-16283:2017, tendo as seguintes premissas:

- De modo simplificado, o isolamento sonoro bruto a sons aéreos de fachada, é definido como a diferença entre dois níveis sonoros, sendo um nível de pressão sonora L_1 gerado por uma fonte sonora no exterior e o outro o nível rececionado L_2 , no compartimento recetor.
- O Dec. Lei 96/08 obriga a determinação do isolamento sonoro normalizado padronizado DnT . Neste caso, o isolamento sonoro bruto é corrigido tendo em conta o tempo de reverberação do compartimento recetor.
- O tempo de reverberação é medido e comparado com um valor de referência T_0 que terá, por exemplo para divisões de habitação comuns, um valor de 0.5s. Este

ensaio buscará determinação “*in Situ*” do isolamento à condução de sons aéreos de painel verde.

- Conforme a NP-EN-ISO -16283-3:2017, o isolamento sonoro padronizado deverá ser determinado a 2m da fachada (painel verde), sendo por isto o índice referido como D_{2m,nT}. Conforme o exposto a equação para a determinação in situ dos valores padronizados terá então o seguinte formato:

$$D_{2m,nt} = L_{1,2m} - L_2 + 10\log(T/T_0)$$

Adotando assim:

- L_{1,2m} é o nível médio de pressão sonora no exterior do edifício, medido a 2m da fachada, onde foi utilizado um bambu e um telemóvel fixado na ponta;
- L₂ é o nível médio de pressão sonora no compartimento recetor a 0,50m da parede estrutural interna da varanda;
- T é o tempo de reverberação do compartimento recetor;
- T₀ é o tempo de reverberação de referência, em segundos;
- Para medições de L foi utilizado o aplicativo Decibel X, considerando apenas as medições de Leq (avg).
- Para medições dos tempos de reverberação foi utilizado o aplicativo ClapIR.

Considerando que a varanda do apartamento 1803 tem apenas 2 paredes, foram realizados ensaios para a determinação de um T₀ padrão para a condição das varandas estudadas, uma vez que o T₀=0,5s referido na NP-EN-ISO-16283-3:2017 é um valor indicado para ambientes fechados.

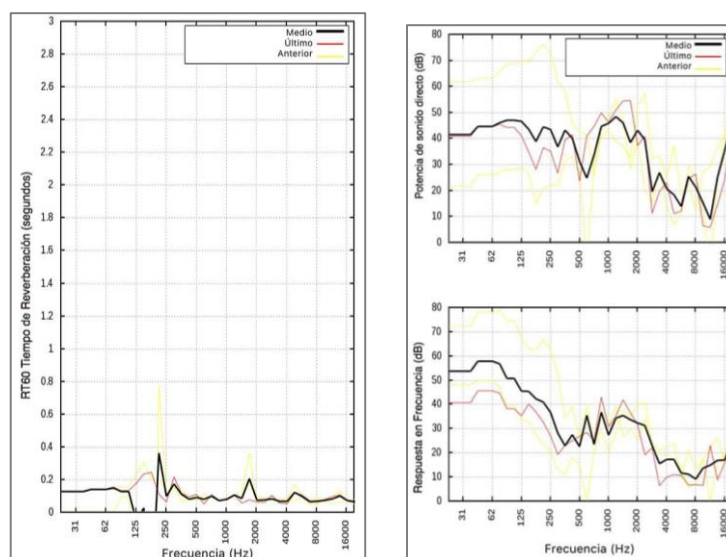


Imagem IV.IV.XXXIV – Gráficos de um dos ensaio para obter o T₀₁.

Foram realizados três ensaios na varanda do apartamento 1703 (sem vegetação) para determinação de reverberação padrão T_{01} , específico para as características das varandas.

- **Primeira medição:** $L_{1, 2m} = 55,2 \text{ dBA}$; $L_2 = 54,0 \text{ dBA}$; $T = 0,081 \text{ s}$
- **Segunda medição:** $L_{1, 2m} = 59,1 \text{ dBA}$; $L_2 = 55,8 \text{ dBA}$; $T = 0,069 \text{ s}$
- **Terceira medição:** $L_{1, 2m} = 59,8 \text{ dBA}$; $L_2 = 58,6 \text{ dBA}$; $T = 0,073 \text{ s}$

O tempo de reverberação T_{01} foi obtido e considerado como a média dos 3 resultados dos tempos de reverberação mencionados acima, ou seja $T_{01} = (0,081 + 0,069 + 0,073) / 3$ resultando em **$T_{01} = 0,074 \text{ s}$**

Cálculos de $D_{2m,nT}$ (Varanda 1703 sem fachada verde utilizando o T_{01}):

- **Primeira medição:** $L_{1, 2m} = 55,2 \text{ dBA}$; $L_2 = 54 \text{ dBA}$; $T = 0,071 \text{ s}$; $T_{01} = 0,074 \text{ s}$
$$D_{2m,nT} = 55,2 - 54,0 + 10 \log(0,071 / 0,074)$$
 $D_{2m,nT} = 1,59 \text{ dBA}$
- **Segunda medição:** $L_{1, 2m} = 59,1 \text{ dBA}$; $L_2 = 55,8 \text{ dBA}$; $T = 0,069 \text{ s}$; $T_{01} = 0,074 \text{ s}$
$$D_{2m,nT} = 59,1 - 55,8 + 10 \log(0,069 / 0,074)$$
 $D_{2m,nT} = 3,01 \text{ dBA}$
- **Terceira medição:** $L_{1, 2m} = 59,8 \text{ dBA}$; $L_2 = 58,3 \text{ dBA}$; $T = 0,073 \text{ s}$; $T_{01} = 0,074 \text{ s}$
$$D_{2m,nT} = 59,8 - 58,6 + 10 \log(0,073 / 0,074)$$
 $D_{2m,nT} = 1,14 \text{ dBA}$

Cálculos de $D_{2m,nT}$ (Varanda 1803 com fachada verde utilizando o T_{01}):

- **Primeira medição:** $L_{1, 2m} = 57,7 \text{ dBA}$; $L_2 = 53,2 \text{ dBA}$; $T = 0,096 \text{ s}$; $T_{01} = 0,074 \text{ s}$
$$D_{2m,nT} = 57,7 - 53,2 + 10 \log(0,096 / 0,074)$$
 $D_{2m,nT} = 5,63 \text{ dBA}$
- **Segunda medição:** $L_{1, 2m} = 59,3 \text{ dBA}$; $L_2 = 52,3 \text{ dBA}$; $T = 0,073 \text{ s}$; $T_{01} = 0,074 \text{ s}$
$$D_{2m,nT} = 59,3 - 52,3 + 10 \log(0,073 / 0,074)$$
 $D_{2m,nT} = 6,94 \text{ dBA}$
- **Terceira medição:** $L_{1, 2m} = 59,4 \text{ dBA}$; $L_2 = 56,3 \text{ dBA}$; $T = 0,089 \text{ s}$; $T_{01} = 0,074 \text{ s}$
$$D_{2m,nT} = 59,4 - 56,3 + 10 \log(0,089 / 0,074)$$
 $D_{2m,nT} = 3,90 \text{ dBA}$

Conclusão da metodologia 01:

Com os resultados obtidos, segundo a metodologia 01 utilizada, foi verificado um pequeno resultado no isolamento acústico com a presença da vegetação na fachada estudada, com valor médio de 5,49dBA no apartamento 1803 (com vegetação) em relação a 1,91dBA da varanda do apartamento 1703.

Valor médio do isolamento = 5,49dBA (Varanda 1803);

Valor médio do isolamento = 1,91dBA (Varanda 1703);

$$\Delta D_{2m,nT} = 3,58 \text{ dBA}$$

METODOLOGIA 02:

Considerando a normativa ISO-10847:1997 (Acoustics – in situ determination of insertion loss of outdoor noise barriers of all types) e o método de previsão inglês (Calculation of Road Traffic Noise-CRTN, prediction method), considerou-se a equação abaixo para determinar a perda por inserção devida à existência do conjunto varanda aberta + cobertura vegetal.

Desta maneira, foram adotadas as premissas abaixo:

$$IL = L_{1,2m} - (L_2 - ERF)$$

Onde:

- IL é a perda por inserção devido à presença da barreira (no presente caso constituída por varanda + vegetação);
- $L_{1,2m}$ é o nível médio de pressão sonora no exterior do edifício, medido a 2m da fachada, onde foi utilizado um bambu e um telemóvel fixado na ponta;
- L_2 é o nível médio de pressão sonora no compartimento recetor a 0,50m da parede estrutural interna da varanda;
- Para medições de $L_{1,2m}$ e L_2 foi utilizado o aplicativo Decibel X, considerando apenas as medições de L_{eq} (avg).

Para minimizar os efeitos de reflexão (ERF) considerou-se no presente caso uma diminuição igual a 2,5dBA, apesar de estimar que este valor ser ligeiramente superior, pois este dado é considerado quando a posição do sonômetro é localizado em ponto recetor a 1m da fachada e

neste caso de estudo a distância possível para o posicionamento do equipamento foi a 0,5m da parede da fachada.

	DATA	HORARIO	DURAÇÃO	APARELHO	L _{1,2m} (dBA)	L ₂ (dBA)	IL
ENSAIO 1	26/06/2020	17:13	37 segundos	Iphone 7	54,6		3,6
ENSAIO 1	26/06/2020	17:13	29 segundos	Iphone 11		53,5	
ENSAIO 2	26/06/2020	17:36	34 segundos	Iphone 7	55,1		5,4
ENSAIO 2	26/06/2020	17:36	31 segundos	Iphone 11		52,2	
ENSAIO 3	26/06/2020	18:06	29 segundos	Iphone 7	61,1		5,6
ENSAIO 3	26/06/2020	18:06	31 segundos	Iphone 11		58	
ENSAIO 4	23/07/2020	15:39	35 segundos	Iphone 7	57,7		7
ENSAIO 4	23/07/2020	15:39	33 segundos	Iphone 11		53,2	
ENSAIO 3	23/07/2020	15:41	31 segundos	Iphone 7	59,3		9,5
ENSAIO 3	23/07/2020	15:41	28 segundos	Iphone 11		52,3	
ENSAIO 4	23/07/2020	18:22	34 segundos	Iphone 7	59,4		5,6
ENSAIO 4	23/07/2020	18:22	30 segundos	Iphone 11		56,3	
					Valor médio de IL		6,1

Imagem IV.IV.XXXV– Gráficos dos ensaios acústicos realizados no 1803.(interno x externo)

	DATA	HORARIO	DURAÇÃO	APARELHO	L _{1,2m} (dBA)	L ₂ (dBA)	IL
ENSAIO 1	23/07/2020	17:11	31 segundos	Iphone 7	55,2		3,2
ENSAIO 1	23/07/2020	17:11	27 segundos	Iphone 11		54,5	
ENSAIO 2	23/07/2020	17:17	33 segundos	Iphone 7	55,2		3,7
ENSAIO 2	23/07/2020	17:17	31 segundos	Iphone 11		54	
ENSAIO 3	23/07/2020	18:06	29 segundos	Iphone 7	59,8		3,8
ENSAIO 3	23/07/2020	18:06	31 segundos	Iphone 11		58,5	
					Valor médio de IL		3,6

Imagem IV.IV.XXXVI – Gráficos dos ensaios acústicos realizados no 1703.(interno x externo)

Conclusão da metodologia 02:

Com os resultados obtidos, segundo a metodologia 02 utilizada, foi verificado um pequeno resultado no isolamento acústico com a presença da vegetação na fachada estudada, com valor médio de 6,11dBA no apartamento 1803 em relação a 3,57dBA da varanda do apartamento 1703.

Valor médio de IL = 6,11 dBA (Varanda 1803):

Valor médio de IL = 3,57 dBA (Varanda 1703);

$$\Delta IL = 2,54 \text{ dBA}$$

Conclusão final:

Considerando as constantes nos resultados alcançados, foi concluído que a diferença a menor encontrada nas medições no interior da varanda do apartamento 1803 onde o protótipo foi realizado se dão provavelmente a duas variáveis:

1. A distância das fontes emissoras dos ruídos (ruas, carros etc.);
2. A existência da vegetação instalada na fachada e os vasos com substratos no piso da varanda.

Nos resultados analisados observou-se que há a existência de um ligeiro incremento no isolamento sonoro na varanda do apartamento 1803, onde existe um revestimento composto por uma camada vegetal.

IV.IV.V Outras considerações:

Para descrever um pouco melhor o protótipo e analisar a vantagem econômica do protótipo da horta urbana na unidade 1803, foi realizada uma estimativa de custos referente aos materiais e equipamentos utilizados na implantação e manutenção do sistema.

Foram levados em consideração os custos iniciais como a tela de segurança e sua instalação, vasos e substratos, adquiridos anteriormente ao ensaio, foram contabilizados, pois foram intrínsecos à sua existência.

Análise de Custos					
Protótipo horta urbana em fachada verde	Período:	De 15/03/2020 à 15/06/20			
	Local:	Rio de Janeiro - Brasil			
Implantação					
Material / Serviço:	Quantidade estimada:	Valor unitário*:		Valor total	
		Euro*:	Reais:	Euro*:	Reais:
Rede de proteção em poliéster	1,0	€ 89,09	R\$ 490,00	€ 89,09	R\$ 490,00
Instalação	1,0	€ 136,36	R\$ 750,00	€ 136,36	R\$ 750,00
Vaso de cimento Dim:0,50x0,50x0,70m	1,0	€ 29,09	R\$ 160,00	€ 29,09	R\$ 160,00
Vasos de Plástico Dim:0,30x0,30x0,30m	7,0	€ 4,00	R\$ 22,00	€ 28,00	R\$ 154,00
Vasos de Plástico Dim:0,20x0,20x0,18m	5,0	€ 3,09	R\$ 17,00	€ 15,45	R\$ 85,00
Substrato	45,0	€ 1,18	R\$ 6,50	€ 53,18	R\$ 292,50
Kit ferramentas	1,0	€ 6,36	R\$ 35,00	€ 6,36	R\$ 35,00
Regador	1,0	€ 5,09	R\$ 28,00	€ 5,09	R\$ 28,00
Burrifador	1,0	€ 5,82	R\$ 32,00	€ 5,82	R\$ 32,00
Estação Meteorológica BALDR	2,0	€ 38,00	R\$ 209,00	€ 76,00	R\$ 418,00
Estação Meteorológica JIAXI	2,0	€ 16,18	R\$ 89,00	€ 32,36	R\$ 178,00
				€ 476,82	R\$ 2.622,50
Legenda:					
*	Valores em Euros foram estimados pela conversão do preço do Brasil (R\$5,50 = 1				

Tabela IV.IV.V.I – Estimativa de custo Fachada verde 1803

Foram incluídos também as estações meteorológicas adquiridas para a realização dos ensaios higrétricos nas varandas das unidades 1703 e 1803.

Na tabela abaixo foram estimados os insumos adquiridos e julgados como necessários para a manutenção do sistema no período de 90 dias referentes ao prazo adotado neste estudo.

Análise de Custos					
Protótipo Horta urbana	Período:	De 15/03/2020 à 15/06/20			
	Local:	Rio de Janeiro - Brasil			
Manutenção					
Material / Serviço:	Quantidade estimada:	Valor unitário*:		Valor total	
		Euro*:	Reais:	Euro*:	Reais:
Adubo** (Humus)	4,0	€ 2,18	R\$ 12,00	€ 8,73	R\$ 48,00
Água*** (L)	360,0	€ 0,01	R\$ 0,07	€ 4,58	R\$ 25,20
				€ 13,31	R\$ 73,20
Legenda:					
*	Valores em Euros foram estimados pela conversão do preço do Brasil (R\$5,50 = 1 EURO)				
**	Nutrientes utilizados no período analisado de 90 dias				
***	Estimativa de água utilizada na irrigação (4 litros/dia x 90 dias x R\$0,05) Valor baseado na conta do condomínio da unidade 1803 (Maio 2020)				

Tabela IV.IV.V.II – Estimativa de lucro com os produtos da Fachada verde 1803

Uma vantagem do protótipo da horta urbana é a produção alimentar dentro do lar.

Mesmo de forma adaptada a construção existente, a fachada verde da Varanda 1 produziu nos meses de desenvolvimento deste trabalho (Março a Julho de 2020): 32 maracujás (7,0kg), sendo 22 amarelos e 05 vermelhos, 62 tomates , sendo 23 grandes (1kg) e 42 tomates cereja (1,5kg), 37 Pimentos de Padrón (0,8kg), além de cebolas, inhames, temperos como cebolinha, salsinha, alecrim, hortelã, coentro, sem contar com outras espécies associadas como abacaxi, arruda, espada de são jorge, alóe vera e vários cactus a tentar criar um espaço biodiverso.

Em tabela asseguir, foi contabilizada a produção usando como referência os valores de dois supermercados locais.



Imagem IV.IV.XXXIV– Vista do18º andar – Fotografias de própria autoria.

Análise de Benefícios					
Protótipo Horta urbana / Fachada verde.	Período:	De 15/03/2020 à 15/06/20 (90 dias)			
	Local:	Rio de Janeiro - Brasil			
Produção de alimentos - Supermercados					
Material / Serviço:	Quantidade colhida (Kg):	Valor unitário:		Valor unitário:	
		Supermercado Mundial*		Carrefour*	
		Euro:	Reais:	Euro:	Reais:
Maracujá	7,0	€ 2,00	R\$ 10,98	€ 2,14	R\$ 11,78
Tomate Gr.**	1,0	€ 2,40	R\$ 13,20	€ 2,51	R\$ 13,78
Tomate Cereja**	1,5	€ 2,60	R\$ 14,30	€ 2,80	R\$ 15,38
Pimentos	0,8	€ 2,76	R\$ 15,20	€ 3,11	R\$ 17,10
Inhame	0,3	€ 0,82	R\$ 4,49	€ 0,87	R\$ 4,79
Salsinha***	1,0	€ 0,69	R\$ 3,79	€ 0,73	R\$ 3,99
Cebolinha***	1,0	€ 0,65	R\$ 3,59	€ 0,73	R\$ 3,99
Hortelã***	1,0	€ 1,02	R\$ 5,59	€ 1,14	R\$ 6,25
		€ 25,09	R\$ 137,99	€ 27,30	R\$ 148,66
Legenda:					
*	Valores pesquisados na terceira semana de Junho de 2020 nos supermercados www.supermercadosmundial.com.br e www.carrefour.com.br/alimentos-				
**	Quantidades estimadas convertendo as quantidades colhidas em peso e Preços em R\$/Kg				
***	Produção regular de condimentos - Colheita sem matar a planta.				

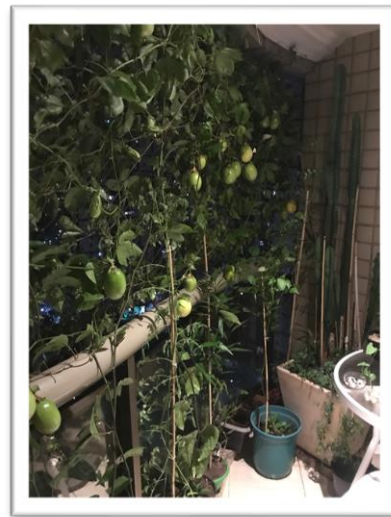
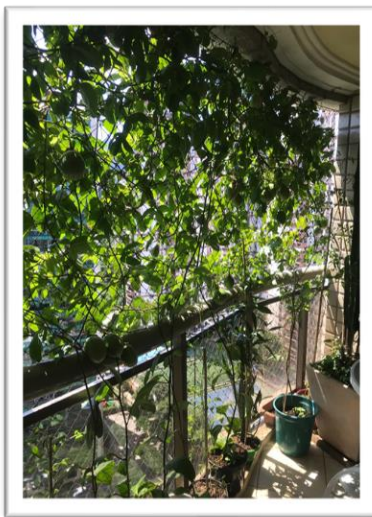
Tabela IV.IV.V.III – Estimativa de lucro com os produtos da Fachada verde 1803

Tendo em vista o investimento de R\$2.622,50 e o custo de manutenção por 90 dias, estima-se que o protótipo se pagaria em cerca de 20 meses, desde que a sua produção e colheita seja contínua no ritmo apresentado nos meses estudados.

Quanto a patologias apresentadas nas plantas no decorrer da pesquisa, os tomates apresentam a maior sensibilidade a fungos e outras pragas.

Os pés de maracujá passaram por dois ataques selvagens de lagartas capazes de causar queimaduras e devastar a fachada verde em dias.

Por fim, durante o período de quarentena devido ao COVID-19, o protótipo serviu de maneira psicoeducativa sobre botânica para minha filha de três anos, restrita de ir ao infantário, que acompanhou todo o processo: plantar, irrigar, floração e formação do fruto, além da colheita e preparo do alimento, a gerar um valor agregado quanto à educação ambiental que dificilmente se apagará nas lembranças de sua infância.



Imagens IV.IV.XXXV, IV.IV.XXXVII & IV.IV.XXXVIII. – Vistas internas da varanda do apartamento 1803 – Desenvolvimento do protótipo.



Imagens IV.IV.XII, IV.IV.XL & IV.IV.XLI – Colheitas de pimentos e tomates do protótipo – Fotografias de própria autoria.

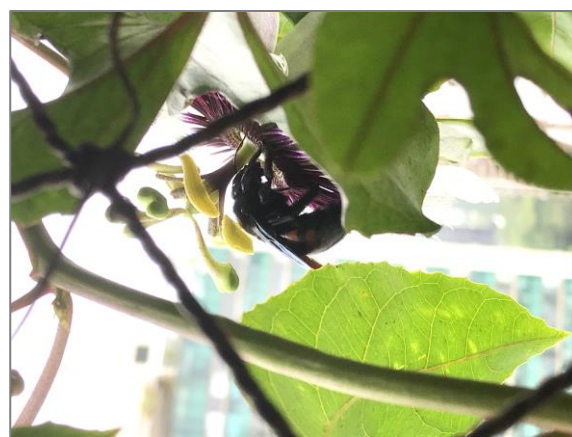
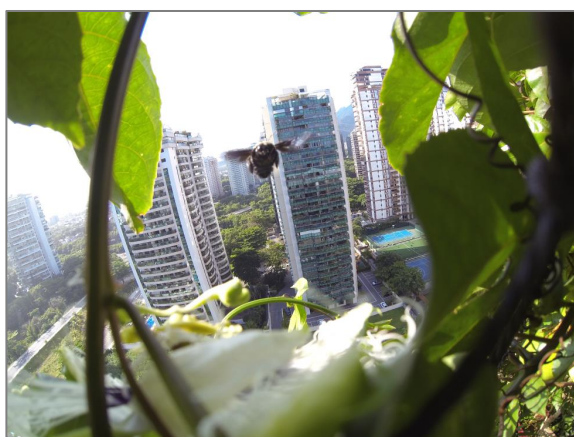


Imagem IV.IV.XLII & IV.IV.XLIII – Fauna e Flora interagindo no 18º andar – Fotografias de própria autoria.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Após os estudos dos protótipos, podem ser aprendidas as seguintes lições:

1. A Bioarquitetura e o Design Biofílico têm como missão imprescindível a busca por aproveitar ao máximo a energia, ativa ou passivamente, de modo a melhorar a integração e a preservação do meio ambiente de forma harmônica e minimizadora de seus efeitos;
2. A prática de plantar seu próprio alimento, mesmo que em pequenos espaços, permite uma grande liberdade ao habitante urbano, adicionando conhecimento básico de agricultura além de benefícios físicos e psicológicos.
3. Os arquitectos e engenheiros devem aumentar a percepção dos espaços vazios e explorar seu potencial quanto à introdução da agricultura como um fator de requalificação urbana e sustentabilidade local, não esquecendo a grande área existente compreendida nas coberturas e fachadas das edificações;
4. A depender do clima e posicionamento relativo da edificação e a forma de aplicação de uma cobertura ou fachada verde trarão benefícios relativos ao sistema solar passivo, conforto higrotérmico e acústico e na filtragem do ar, com valores a ser atingidos mediante a forma proposta, espécie escolhida e seu comportamento durante as estações do ano. Estes fatores deverão ser estudados durante a fase de planeamento e projeto buscando os melhores resultados;
5. Para a melhor maneira de cultivar alimentos nos centros urbanos deve-se realizar uma análise dos espaços, existência de recursos, da necessidade da demanda local, da influência da poluição sobre o alimento e a forma exata que estes alimentos serão produzidos (ár, solo, hidroponia, estufa...) e uma avaliação dos benefícios socio-financeiro-ambiental no emprego desta prática;

6. O protótipo realizado em Guimarães, para aprimorar o efeito desejado, deveria ter um completo fechamento, não somente nas laterais, mas também na cobertura, a formar assim um efeito estufa capaz de reter a temperatura ideal para a produção de alimentos. A execução de uma cobertura em tela foi um equívoco, pois permitiu a troca rápida de temperatura e humidade com o exterior, permitindo que o frio da noite permeasse no interior da estrutura em quase toda a amplitude durante o período noturno;
 - a. Obs: Cabe ao autor acreditar que o fechamento da oficina da EAUM devido ao início das restrições de contato social como ação para minimizar o contágio da COVID-19 restringiu o potencial da construção do protótipo e a realização dos ensaios;
 - b. Obs: Cabe citar que o fechamento da universidade, mesmo contribuindo negativamente para o desenvolvimento do protótipo, foi positivo para as medidas de segurança relativas à saúde.
7. O protótipo de fachada verde no Rio de Janeiro possui algumas características específicas apresentadas a seguir:
 - a. Necessita de um sistema de irrigação contínuo, pois o processo de rega manual precisa de um cuidado mais constante quanto à quantidade de água a ser irrigada, podendo causar danos e a proliferação de fungos às plantas;
 - b. Os ensaios higrotérmicos demonstraram que a vegetação causou pouca variação nas temperaturas e humidade, mas atuaram como um agente retardador das condições climáticas, desde que não houvesse incidência de ventos fortes.
 - c. Em relação aos ensaios acústicos, a conclusão é que pontualmente, para ter efeito de isolamento acústico significativo, a camada vegetal deve ser multiplicada, ser muito mais espessa, densa, ou contar com o algum tipo de substrato ou superfície que contribua com este isolamento, pois somente a vegetação oferece apenas uma ligeira contribuição ao isolamento acústico.
 - d. É exigida atenção especial quanto à polinização das flores e a formação de frutos, pois sem tal cuidado ou sistema para coletar os frutos maduros, eles se

desenvolveriam no lado exterior da fachada, podendo vir a cair da edificação a causar possíveis danos materiais ou físicos a veículos e pedestres;

- e. Exige limpeza e poda regular;
- f. Apesar de auxiliar a existência de fauna local, pode atrair insetos danosos (lagartas e aranhas), bem como morcegos.

8. Quanto a trabalhos futuros, é pretendido:

- a. Dar continuidade a um estudo de soluções sustentáveis das hortas urbanas aplicando design orgânico, com materiais sustentáveis, em uma cobertura e/ou fachada de uma edificação localizada em Guimarães a produzir alimentos como tomates, alfaces e rúculas, a monitorar seus desenvolvimentos em protótipos com as seguintes características:
 - i. Criação em solo exposta às intempéries;
 - ii. Criação em solo com uma membrana de PVC ou similar, a gerar um sistema fechado e isolado do exterior;
 - iii. Solo com dupla camada de película PVC ou similar, a gerar um sistema fechado e isolado do exterior (colchão interno de ar);
 - iv. Criação em hidroponia exposta às intempéries;
 - v. Hidroponia com uma e duas membrana de PVC fechado (sem e com colchão interno de ar);
- b. Monitorar a qualidade do ar e dos alimentos ao longo do período de teste.
- c. Aprimorar a análise referente a propriedade acústica no uso de vegetação nas edificações.

PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO NO CAMPUS AZURÉM:

Para as propostas de intervenção no Campus Azurém da Universidade do Minho em Guimarães utilizou-se o mesmo critério adotado na pesquisa, escolhendo os locais basicamente por seu potencial e por serem ociosos no atual momento.

Proposta 01:

Criação de uma fachada verde a crescer sobre a tela de proteção da escada de emergência do Edifício 11 com irrigação por gotejamento ou aspersão;

Proposta 02:

Criação de uma cobertura verde intensiva conjugada com placas solares no Edifício 09;

Proposta 03:

Criação de uma horta “in-door” nos pilotis abaixo do Edifício 09;



Imagem V.I – Propostas 1, 2 e 3 – Fotografias e edição de própria autoria + Google e Aerofarms.

Proposta 04:

Criação de uma horta em estufa na cobertura do Edifício da Cantina;

Proposta 05:

Criação de uma horta em estufa para pesquisa e desenvolvimento na cobertura do Edifício 01.



Imagem V.II – Propostas 4 e 5 – Fotografias Google e Gothamgreens - edição de própria autoria.

“Nature is not a place to visit. It is home”. (Gary Snyder).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÅBERG, Ida - *Imagining Urban Gardening Space: An Ethnographic Study of Urban Gardening in Sweden* - - Linköping University, Department of Management and Engineering, Political Science. Acessado via repositório <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1318909>;
2. ABREU, Ângela Maria Ribeiro da Silva Morais “Hortas urbanas – contributo para a sustentabilidade”. Caso de estudo: “Hortas comunitárias de Cascais” (2012) <http://hdl.handle.net/10362/7981>
3. AMORIM, Ana Francisca Fernandes Ferreira “A vegetação na Envolvente Exterior dos Edifícios. Condicionantes e Estratégias de Intervenção Eceeficientes” (2015) acessado em RepositoriUM em Maio de 2020;
4. AMORIM, Ana Francisca Fernandes Ferreira & MENDONÇA, Paulo “Advantages and constraints of living green façade systems” (2017) acessado em <http://hdl.handle.net/1822/50244>
5. ANDERSON, McRae. “Embrace the Vertical: Design and Planning for Greenwalls in Buildings”. Saint Paul, Minnesota (2011). Disponível em <https://issuu.com/mccaren/docs/>
6. ALVES, Vítor Emanuel Pinto - *Estratégias para a melhoria da capacidade resiliente das cidades*, Tese de Mestrado em Engenharia – 2013, disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31155>;
7. ARAUJO, Sidney R. – “As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planeamento de Recursos Hídricos”. Monografia, Rio de Janeiro, Ago 2003;
8. BANDEIRA, Marcelo Sanguinete - *Análise e Perspectivas do Mercado de Carbono para o Brasil – mdl e redd* (2011). <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/2407/1/MSBandeira.pdf>;
9. BASCH, Ana “ECOBAIRRO - Uma proposta para a regeneração sustentável da zona do Parque Mayer.” (2016) <http://hdl.handle.net/10400.5/11700>
10. BORREGO, C - “Poluição Atmosférica I” – Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro (1995);
11. CANTOR, Steven L. – “Green Roofs in Sustainable Landscape Design”. W.W.Norton & Company, New York – London (2008);
12. CASTANHEIRA, Guilherme + BRAGANÇA, L. + MATEUS, Ricardo “Estratégias de intervenção para a regeneração urbana sustentável”, CASTANHEIRA, Guilherme + BRAGANÇA, L. + MATEUS, Ricardo (<http://hdl.handle.net/1822/21748>);
13. CHENG, C.Y.; CHEUNG, K.K.S.; CHU, L.M. “Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls. Building and Environment” (2010);
14. DUNNET, N.; KINSBURY, N. *Planting green roofs and living walls*. Timber Press, Portland, (2008).
15. FERREIRA, Ana Paula Bernardino. – “Coberturas Vivas Verticais Adaptação à cidade de Lisboa” Universidade de Lisboa (2015) Acessado via: <http://hdl.handle.net/10400.5/10902>;
16. FERREIRA, Manoela de Freitas. - *teto verde: o uso de coberturas vegetais em edificações*. – Departamento de Artes & Design – PUC-Rio (2017);
17. GRAÇAS, José Augusto das, “Residências sustentáveis e sua contribuição ao meio ambiente” elaborado por como Dissertação de mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis para a Escola de Engenharia (<http://hdl.handle.net/1822/24015>);

18. GOMES, Bruno Filipe “Análise e conforto térmico em praças” por, apresentado como Dissertação de mestrado integrado em Engenharia Civil (2013) Acessado em <http://hdl.handle.net/1822/30678>;
19. GONÇALVES, S,M,P. - Sustentabilidade em espaços verdes. Componente ambiental, social e económica. Lisboa (2018) <http://hdl.handle.net/10400.5/17956>;
20. JESUS, Marina Paschoalino de, “Fachadas verdes e comportamento térmico urbano” (2016) <http://hdl.handle.net/1822/48228>;
21. KAWA, Luciane. - A Sustentabilidade na Construção Civil. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://professoralucianekawa.blogspot.com.br/2015/05/a-sustentabilidade-na-construcao-civil.html>;
22. KÖHLER, Manfred; SCHMIDT, Marco; LAAR, Michael. “Green roofs as a contribution to reduce urban heat islands.In: WORLD CLIMATE AND ENERGY EVENT”, 3., Rio de Janeiro, (2003) Disponível em: <http://www.rio12.com/rio3/p>;
23. LEAL, Márcia Filipa Pessoa - “Conceção, Especificação e Pormenorização de Coberturas Verdes.” (2019); <https://hdl.handle.net/10216/121993>
24. LEITE, Inês Ariana dos Santos –“Hortas urbanas: dimensões ambiental e social” (2012) Universidade de Aveiro, acessado via <https://explore.openaire.eu>
25. LUCKETT, K. “Green roof construction and maintenance” (2009) McGraw-Hill (Greensource books);
26. LUNAIN, D.; Ecotiere, D.; Gauvreau, B. “In-situ evaluation of the acoustic efficiency of a green wall in urban área”. In: Internoise, Hamburgo.
27. KURONUMA, Takanori - Pagamento de CO2 de extensos telhados verdes com diferentes espécies de vegetação. Editora: Multidisciplinary Digital Publishing Institute - Revista: Sustentabilidade;
28. MARTINEZ, Patricia. -“ECO HOUSE – Greenroofs and vertical gardens”. Editora: Monza (2015);
29. MANSO, M.; CASTRO-GOMES, J. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Covilhã, v. 41 (2015). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203>
30. MENDONÇA, Paulo – “Habitar sob uma segunda pele: estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados” (2005) – Acessado em Maio de 2020 via RepositoriUM em <http://hdl.handle.net/1822/4250>;
31. MENDONÇA, Paulo – “The environment as part of the architectural curricula in the University of Minho” (2012) – Acessado em Maio de 2020 via RepositoriUM em <http://hdl.handle.net/1822/4250>;
32. MENDONÇA, Paulo – “Tendências contemporâneas na reabilitação de fachadas” (2016) – Acessado em junho de 2020 via RepositoriUM em <http://hdl.handle.net/1822/64143>
33. MENDONÇA, Paulo - “A fachada como elemento mediador” (2012) – Acessado em Junho de 2020 via RepositoriUM em <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/26835>
34. MINKE, G. Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos practicos. Uruguay: EcoHabitar (2005);
35. MONTEIRO, João Pedro Santos - Variação do teor em partículas e ruído a uma escala urbana - <http://hdl.handle.net/1822/29506>
36. MORELLI, Denise Damas de Oliveira. “Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática” (2016) <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/257754>

37. NEGREIROS, Bianca de Abreu. “Análise de métodos de predição de conforto térmico de habitação em clima quente-úmido com condicionamento passivo”. (2010). Acessado via <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/12352>
38. NUNES, Juliana Tikuma – *Análise das barreiras à implementação dos telhados verdes na Cidade de São Paulo* (2015) www.acervodigital.ufpr.br
39. OTTELÉ, M. “The Green Building Envelope: Vertical Greening”. (2011). 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Geociências)-Universidade de Delft, Delft. 2011.
40. PERINI, K.; OTTELÉ, M.; FRAAIJ, A.L.A.; HAAS, E.M.; RAITERI, R. “Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope”. *Building and Environment*, (2011) <http://dx.doi.org/10.1016>.
41. PINTO, Rute Sofia Borlido Fiúza Fernandes. “Viabilidade ambiental das hortas urbanas enquanto espaços para o desenvolvimento sustentável” Universidade do Minho (2011) Acessado em: <http://hdl.handle.net/1822/15924>;
42. PINTO, Cláudio André da Silva. “Coberturas verdes como biosistemas tecnológicos para espaços urbanos: estudo de caso e estudos à escala laboratorial” Universidade do Minho (2018) Acessado em: <http://hdl.handle.net/1822/55556>
43. PINTO, Alberto & DIAS, Bruno J.S.D, 1979-. “Aquecimento solar passivo: ganhos diretos, indiretos e isolados” (2017) Universidade Lusíadas - acessado via: <http://hdl.handle.net/11067/3400>;
44. REBOLLAR, Nora Alejandra Patricia. – “Telhados Verdes: Uma abordagem multidisciplinar”. (2011) Editora Kindle Unlimited;
45. SANTOS, Duarte Natário dos – “Desenvolvimento Urbano Sustentável: Importância das Coberturas Verdes.” (2010); <https://hdl.handle.net/10216/120780>
46. SHARP, R.; SABLE, J.; BERTRAM, F.; MOHAN, E.; PECK, S. “Introduction to Green Walls: technology, benefits & design. In: *Green Roofs for Healthy Cities*” (2008) Disponível em: http://www.greenroofs.net/components/com_lms/flash/Green%20Walls%20Intro%2008b.pdf
47. SILVA, Mariana Pereira da - “Análise de um protótipo de telhado verde como técnica compensatória em drenagem urbana”. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ – 2018) Acessado em <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024357.pdf>;
48. SILVA, Lígia Torres. “Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana”. (2007). Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade do Minho. Acessado em <http://hdl.handle.net/1822/7515>;
49. SILVA, Lígia Torres & Oliveira, Marta Isabela Fernandes. “The influence of urban form on facades noise levels”. (2011) C-TAC - Artigos em Revistas Internacionais Acessado em <http://hdl.handle.net/1822/17686>
50. SILVA, Lígia Torres & Mendes, José F. G. – “Determinação do índice de qualidade do ar numa cidade de média dimensão” (2006) <http://hdl.handle.net/1822/6333>;
51. SIMÕES, Renato Caldas – “Bioarquitetura, uma forma de minimizar a ocupação no planeta”. Projeto final de Pós-Graduação lato sensu (MBA) em Planejamento e Gestão Ambiental na Universidade Veiga de Almeida (UVA – 2009);
52. SOUSA, Laura Raquel Lourenço de – “Estudo da atenuação sonora provocada por coberturas verdes” Universidade de Coimbra (2017) acessado via <http://hdl.handle.net/10316/83266>

53. TEIXEIRA, Diana Margarida da Costa Leite – “Hortas urbanas : o contributo da arquitetura para a integração das hortas urbanas na (re)qualificação da cidade” (Set-2016) Universidade de Coimbra <http://hdl.handle.net/10316/36984>
54. VELAZQUEZ, Linda S.- “Organic greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Milennium” (2005) - Acessado via: www.library.wiley.com;
55. WILKINSON, Sara. - “GREEN ROOFS RETROFIT – Building urban resilience”. Editora: Wiley Blackwell (2016);

REFERÊNCIAS INTERNET

56. ANSI/SPRI RP-14 Wind Design Standard for Vegetative Roofing Systems;
57. ANSI/SPRI VF-1 External Fire Design Standard for Vegetative Roofs;
58. <http://www.bioproject.com.br/Edital/BioProject%20-%20Edital%20N%2027.pdf>;
59. www.cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/guia_md1_mct_2009.pdf;
60. www.cemara.com.br retirado de <https://www.portalsaofrancisco.com.br/meio-ambiente/telhado-verde> abril de 2020;
61. www.greenroofs.pt;
62. www.greenroofs.org;
63. www.gsa.gov/cdnstatic/The_Benefits_and_Challenges_of_Green_Roofs_on_Public_and_Commercial_Buildings.pdf;
64. www.gothamgreens.com;
65. www.greenroofguide.co.uk;
66. www.economia.estadao.com.br/blogs/radar-imobiliario/parede-verde-e-gentileza-urbana/;
67. www.ecotelhado.com/sistema/jardim-vertical/;
68. www.ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/258na6_en.pdf;
69. www.iea.usp.br/noticias/horticultura-urbana-comunitaria
70. www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/gi_annual_report_2012.pdf;
71. www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/livros/agua_energia/aguaeenergia.pdf;
72. <http://www.sustainablecarbon.com/como-sao-gerados/>;
73. www.ugreen.com.br;
74. www.zincobrasil.com.br

OUTRAS REFERÊNCIAS

- 75. FURTADO, Jorge *“Ilha das Flores”* (1989) *Curta-metragem*;
- 76. STEWART, Ben *“KYMATICA”* (2009) *Documentário cinematográfico*;
- 77. Arthus-Bertrand, Yann *“Home”* (2009) *Documentário cinematográfico*;